Das Luftmeer.

Eine physikalische

Darstellung für gebildete Laien.

Aus dem Nachlaß

von

Ernst Julius Reimann

mit einem Vorworte

von

E. A. Roßmäßler.

Gotha.

Verlag von Hugo Scheube.

1857.

Druck von C. W. Leske in Darmstadt.

Vorwort.

Die letzten Seiten vorliegenden Buches sind vielleicht überhaupt die letzten gewesen, welche der Verfasser geschrieben hat. Indem ich zu einem Vorworte die Feder ergreife, die seiner erstarrten Hand entfiel, ist es nicht das unheimliche Gefühl, für einen Verstorbenen einzutreten, welches mich erfüllt — es ist ein tiefer Schmerz über den Verlust eines jüngeren Kameraden auf dem Kampfplatze gegen die wieder hereinbrechen wollende Finsterniß, eines Kameraden, dessen Tüchtigkeit und Thatkraft Großes erwarten ließ. Mehrt sich auch das Häuflein von Tage zu Tage, welches das Banner der Naturwissenschaft hoch wehen läßt, so ist es doch keineswegs reich an solchen Kräften, wie Ernst Julius Reimann war. Wie er dies geworden, hervorragende Gaben durch unermüdliches Streben ausbildend, davon giebt die nachfolgende Lebensskizze Kunde und zeigt ein Vorbild der anregendsten Art.

In der vorliegenden Arbeit findet der Sachkundige auf jeder Seite die Spuren umfassender Belesenheit und gründlicher Verarbeitung der Leistungen der Wissenschaft, welche gerade auf diesem Gebiete in den letzten Jahrzehnten viel des Neuen gesammelt hat. Ich will jedoch mein Vorwort nicht zu einer eingehenden Beurtheilung mißbrauchen, welche der Kritik zu überlassen ist; ich will nur mit einigen Worten den Standpunkt bezeichnen, auf welchem dieses Buch seinen Lesern gegenüber steht, und die Form der Darstellung.

Unser verstorbener Freund — denn auch ohne ihn gekannt zu haben, wird ihn jeder Leser seines Buches mit mir so nennen — deutet kurz und treffend auf S. 7 an, wie er seine Aufgabe gefaßt habe, indem er sagt: „in solchem Hinblick auf das Erdganze sind die folgenden Darstellungen geschrieben."

Dieser Hinblick auf das Erdganze ist in den oft sehr mit Unrecht sogenannten „populären" naturwissenschaftlichen Büchern leider häufig zu vermissen. Ernst Julius Reimann hatte nach meiner Meinung eine vollkommen richtige Auffassung seines Berufes als Volkslehrer. Nicht eine Masse einzelner Kenntnisse wollte er ausstreuen, sondern allmälich ein zusammenhängendes klares Wissen von der Natur verbreiten helfen; darin setzte er das Ziel seines Strebens, dessen Ruhm ihm nicht entgangen sein würde. Wie sich der Gegenstand seiner Arbeit selbst über das weite Erdenrund, bis in die tiefsten zugänglichen Tiefen ausbreitet, so umfaßt Reimanns Blick seinen Gegenstand ganz und vollständig, dessen entfernteste Be-

ziehungen zum Erdenleben in geordnetem Zusammenhang würdigend.

Wer nicht schon die weitgreifende Bedeutung des Luftmeeres kennt, der kann, wenn er einzelne Seiten aus der Mitte herauslies't, eben so leicht zu dem Bedenken gelangen, ob dieselben wohl dem Titel des Buches entsprechen, wie er bei einer aufmerksamen Durchlesung des ganzen Buches allmälich mit jeder Seite mehr gewahr wird, daß darin nichts enthalten ist, was ohne eine Lücke zu veranlassen aus einer umfassenden Schilderung des Luftmeeres hätte wegbleiben können.

Ein großes Gewicht ist mit Recht auf diejenigen Erscheinungen des Luftmeeres gelegt, welche Gegenstand der Witterungskunde und daher eben so sehr auch Gegenstand alltäglicher Gespräche und eines gewissen natürlichen Aberglaubens sind. Der Verfasser spricht sich über diese Seite seiner Arbeit sehr klar und anziehend in der Einleitung aus.

Die Sprache des Buches und die Form der Darstellung zeichnen es vor vielen ähnlichen Werken neurer Zeit vortheilhaft aus. Es spekuliren manche neuere Schriftsteller – die leider bei der amüsirt sein wollenden Lesewelt wahrscheinlich eben dadurch einen großen Namen erlangt haben — vorzugsweise auf das Staunen ihrer Leser und verschmähen selbst das Lachen derselben nicht. Deshalb sprechen sie in Schriften über die „Natur“ von „Wundern“ (z. B. der Urwelt) und flechten, wo es paßt oder auch nicht paßt, witzige Anekdötchen ein.

Alle solche Behelfe, hinter denen sich fast immer der Mangel gediegenen Wissens zu verbergen bemüht ist, verschmäht unser Reimann gründlich. Seine Sprache, in jeder Zeile klar und verständlich, giebt der wissenschaftlichen Wahrheit und dem Ziele der noch unbeendeten Forschung das reinste, durchsichtigste Gewand.

Doch die Leser haben ja das Buch vor sich und gleich der erste Satz charakterisirt die klare Auffassung seines Planes. Ich schließe daher mein kurzes Vorwort mit der Klage über den Verlust, welchen das Volk durch Reimanns frühen Tod erlitt, wie seine Leser mit derselben Klage das letzte Blatt lesen werden.

Leipzig, den 8. Januar 1857.

E. A. Roßmäßler.

Ernst Julius Reimann.

Nicht blos ein Leben, das sich durch gewaltige Thaten ausgezeichnet hat, vermag unsere Theilnahme in Anspruch zu nehmen. Der treue Arbeiter, in welchem Berufe es immer sei, verdient nicht minder, daß man, im Geiste an seinem Grabe verweilend, rückblickt auf sein Wirken.

Liegt auch der Plan vor, von dem schon im Begriffe seiner Wirksamkeit abgerufenen Lehrer, von dessen mannichfaltigen nachgelassenen Schriften hier das erste Bändchen geboten wird, ein selbständiges Lebensbild zu entwerfen, das jüngern Lehrkräften eine fruchtbare Lektüre sein soll, so ist es doch nothwendig, schon an dieser Stelle in wenigen Worten mit dem früh vollendeten Verfasser bekannt zu machen.

Ernst Julius Reimann wurde am 9. Februar 1827 in Tentschel*) bei Walstatt geboren, einem schlesischen Dorfe

---

*) Um einer im „Pädagogischen Jahrbuch" von Dr. Diesterweg (1855) enthaltenen Aufforderung zu genügen, hat er das „Kinderleben" seiner Heimath in einer Weise geschildert, welche eben so sehr seinen pädagogischen Blick, wie seine Beobachtungs= und Darstellungsgabe auf diesem Gebiete beweist. Als er den Aufsatz dem ihm befreundeten Dr. Diesterweg übergab, dachte er wohl nicht, daß er dessen Druck nicht erleben werde. Er befindet sich „Rhein. Blätter" 52. Bd. S. 329 ff.

des Regierungsbezirks Liegnitz, wo seine Aeltern, jetzt in dem nicht weit davon entfernten Dorfe **Kriegnitz** mit einer Ackerwirthschaft angesessen, Eigenthümer einer Mühle waren. Sein Geist entwickelte sich früh und die für seine Bildung außerordentlich besorgten Aeltern schickten ihn zeitig zur Schule, welche er bis zu seiner 1841 erfolgenden Konfirmation pünktlich besuchte. Sein Wissensdurst strebte immer weit hinaus über die Grenzen einer Dorfschule. Um ihn zu befriedigen, griff er nach jedem Buche, das in den Häusern seines Wohnorts aufzutreiben war. Meistens waren dies Kalender, deren Geschichten er noch als Lehrer so genau nachzuerzählen wußte, als wenn er sie erst gestern gelesen hätte; wie er denn ein Gedächtniß besaß, wie es nur selten gefunden wird, und das es ihm möglich machte, den Inhalt eines starken, wenn auch nur einmal gelesenen Buches treu wieder zu geben. Sein Schulleben war ihm Genuß, Aeltern und Lehrern eine Freude. Der Wunsch, selbst Lehrer zu werden, erwachte zeitig; dennoch gab es hinsichtlich der Vorbildung für diesen Beruf noch manche Schwierigkeit zu überwinden, die man dadurch behoben glaubte, daß sich sein früherer Lehrer, Kantor Feierabend, bereit erklärte, ihn als Präparanden bei sich aufzunehmen, ihn zu unterrichten und zu beschäftigen, wie es eben einem Manne, welcher von seinem Berufe ohnehin vollständig in Anspruch genommen wird, möglich ist.

Eine Natur indeß, wie die unseres Reimann, begnügte sich mit Winken und suchte das Fehlende durch Lektüre zu ergänzen, wozu die Schul- und Lehrerbibliothek mannichfache Gelegenheit bot. Zu jener Zeit würde es jeder schlesische Lehrer als eine Schande erachtet haben, die Rheinblätter von Dr. Diesterweg nicht wenigstens mitzuhalten. Sie waren daher auch dort im Umlauf und wurden fleißig gelesen. So machte auch R. ihre erste Bekanntschaft, er las sie bald mit wahrem Durste und ihr Studium ward eines der bedeutendsten Momente seiner pädagogischen Bildung.

Schon 1844 erhielt er Gelegenheit, sich als Stellvertreter des Hilfslehrers in der Schule zu Liebenau zu versuchen. Ostern 1845 trat er in das Lehrerseminar zu Bunzlau, das er nach dreijährigem Besuche mit einem Zeugniß verließ, wie es seit dem Bestehen der Anstalt gewiß nur sehr wenige ihrer Zöglinge erhalten haben.

Was indeß noch weit mehr ist, er hat nicht, wie es leider so oft geschieht, dies ausgezeichnete Zeugniß durch sein Leben und Wirken widerlegt, sondern bestätigt. Ein solcher Zögling mußte die Liebe aller Lehrer besitzen; die des damaligen Direktors, des jetzigen Stadt-Schulraths Fürbringer in Berlin, hatte er sich in solchem Grade erworben, daß sie ihn durch sein ganzes späteres Amtsleben begleitete und wesentlich seine Stellung in Berlin begründete.

Nach Beendigung seines pädagogischen Kursus in Bunzlau wurde ihm die Hilfslehrerstelle zu Kunzendorf am Kahlen Berge angewiesen, in dessen Kirchspiel er die Schule Antoniwald's zu leiten hatte. Zwar war seine Wirksamkeit hier eine nur kurze, allein sie wurde reich an Erfahrungen. Schon im folgenden Jahre berief ihn Fräulein Wilhelmine Schöndörffer auf des bekannten Wander's Vorschlag, der ihn in einer Konferenz kennen gelernt hatte, an ihre Privatanstalt in Hirschberg, an welcher er auch, als die Leitung derselben Ostern 1850 in andere Hände übergegangen war, bis Michaelis 1853 verblieb. Hier in Hirschberg, das zu jener Zeit eine Menge von Anregungen bot, begann sein eigentliches geistiges Leben. Er fand hier einige Bibliotheken, Journale und Bücherzirkel, politische, pädagogische und gewerbliche Vereine und arbeitete ernst und einsam, sich mit den verschiedenen Gebieten des Wissens, soweit sie namentlich das Leben berühren, mehr und mehr vertraut zu machen. Er bereitete sich auf Vorträge vor, die er vor größerem Kreise hielt, und selten verging außerdem ein Abend, an welchem er nicht bei der Vorsteherin der Anstalt, die ihn bald so lieb gewann, daß sie ihn nur ihren Sohn zu nennen pflegte, mit Wander, der

schon seit ein paar Jahrzehnten an dieser Anstalt gewirkt hatte, und andern gesinnungsverwandten Elementen in einem kleinen Zirkel zusammentraf, in welchem die Erfahrungen der Schule, die Erscheinungen auf dem Gebiete der Literatur ꝛc. und das Leben den Stoff der Unterhaltung boten. Wie lebendig, wie anregend wußte er da über ein neues Werk, einen Fortschritt in der Naturwissenschaft ꝛc. zu berichten! Das wird Allen, die mit ihm verkehrten, unvergeßlich bleiben. — Ganz besonders war R. eine scharfe Beobachtungsgabe eigen. Er konnte stundenlang den Zug, die Form, die Lagerung der Wolken auf dem Gebirge, den Zustand der Atmosphäre, die Luftströmungen ꝛc. verfolgen. Nicht minder scharf war seine Beobachtung des Thierlebens. Als Oken einmal einen Preis für die genaueste Kunde über den Nestbau eines Vogels ausgeschrieben hatte, beobachtete R. diesen Vogel unermüdet wochenlang und gewann dann den Preis.

Vor Allem aber war es eine Freude zu sehen, wie die Kinder an seinen Blicken hingen, wenn er in der Naturkunde unterrichtete. Es pflegte dann wohl zu geschehen, daß sie ihre Plätze verließen, um ihm nur recht nahe zu kommen, und so zu sagen jedes Wort nicht allein mit dem Ohr, sondern auch mit den Augen und Händen zu fassen.

Aehnliches, nur noch in gesteigertem Maße, fand statt, wenn er zu erzählen begann. Dann hörte gewissermaßen die Disciplin auf, deren Handhabung im gewöhnlichen Sinne des Worts überhaupt nicht seine starke Seite war.

Man würde viel zu wenig sagen, wenn man von ihm behaupten wollte, er habe stundenlang frei erzählen können. Er hätte dies eben so gut wochenlang zu thun vermocht; hierin war er geradezu unerschöpflich. Hörte sein Vorrath gelesener Geschichten auf, so erfand er im Augenblick neue, und erzählte eben so fließend weiter, als wenn er aus irgend einem Buche vorläse. Am Besten konnte man seine unablässig fließende Erfindungsgabe bewundern, wenn er außerhalb der Lehrstunden eine kleine Schaar von Scholarinen

um sich hatte, welche sich zu ihrem Vergnügen von ihm Geschichten erzählen ließ, deren Wahl er ihnen dann zu überlassen pflegte. Da hieß es denn: „Herr R. erzählen Sie uns von einem Krokodil, jetzt von einem Adler, von einem Zwerge &c." Nie kam es vor, daß er sagte: Davon weiß ich keine Geschichte, falls er sich nicht mit den Kindern, die ihn außerordentlich liebten, necken wollte. Immer erzählte er, wie seltsam auch mitunter die aufgegebenen Themata sein mochten.

Seine Muße benützte er zu Arbeiten für die Schule oder zur Vorbereitung für öffentliche Vorträge, hauptsächlich aber zur eigenen Fortbildung. Selten erlosch vor 2 Uhr Nachts seine Studirlampe, obgleich er ehe das Geräusch des Tages erwachte schon wieder vor seinem Arbeitstisch zu finden war. Da er bei seinen wissenschaftlichen Arbeiten täglich mehr das Bedürfniß erkannt hatte, sich in Besitz fremder Sprachen zu setzen, so bemächtigte er sich in kurzer Zeit der lateinischen, französischen und englischen Sprache bis zu einem Grade, daß sie ihm bei seinen literarischen Arbeiten dienstbar werden konnten. Dabei entging ihm keine Erscheinung auf dem pädagogischen Felde. Er hatte die Berichterstattung über die neuen Schriften einiger Fächer für den von Wander herausgegebenen „Pädagogischen Wächter" übernommen, und als der Herausgeber desselben 1850 in die vereinigten Staaten Nordamerika's reiste, übergab er ihm auch die Redaktion bis zu seiner Wiederkehr 1851.

Indeß empfand R. mehr und mehr, wie ihn seine Stellung in Hirschberg in mehr als einer Hinsicht nicht mehr befriedige. Das Wohlwollen seines früheren Lehrers, des jetzigen Stadtschulraths F ü r b r i n g e r, ließ ihn bald eine Stellung in Berlin finden, wohin er noch im Herbst des Jahres 1853 abging, nachdem er zuvor noch die frohe Gewißheit gewonnen, daß ihm das Herz einer edeln Jungfrau in Hirschberg für die Zukunft gehöre.

Auf Anrathen des erwähnten Gönners, von dem er stets mit der innigsten Hingebung sprach, arbeitete er, um das Berliner Schulwesen kennen zu lernen und sich für eine selbständige Stellung vorzubereiten, nacheinander zuerst als Klassenlehrer an der Knabenschule des Dr. Gebhardt, darauf an der Ludewig'schen Mädchenschule, bis er zuletzt mit einer ihm zusagenden Stellung an der Töchterschule des Fräulein Louise Stiehl betraut wurde.

Wahrscheinlich ist in Berlin seine Thätigkeit weit über das Maß seiner physischen Kraft hinausgegangen, wenn er auch, wie aus seinen Briefen erhellt, mit Lehrstunden nicht eben überbürdet gewesen zu sein scheint. Er besuchte indeß neben diesen noch mehrere Vorlesungen der dortigen Universität, namentlich die Vorlesungen von Grimm (nordische Mythologie), Dove (Meteorologie) und Ritter (Erdkunde), und pflegte das Gehörte zu Hause niederzuschreiben und gründlich durchzuarbeiten. Außerdem veröffentlichte er hier die sowohl in der Lehrerwelt, als auch im Volk nicht hinlänglich bekannt gewordene treffliche Schrift: „Das Naturleben des Vaterlandes" (Berlin, Duncker und Humblot), begann die Herausgabe eines größeren von ihm beabsichtigten Werkes zur Pflege der Erzählung in den Schulen, wobei es in seinem Plane lag, die sämmtlichen bildenden Elemente dieses Gebietes für die Schule fruchtbar zu machen. Hiervon ist mit dem Haupttitel: „Des Erzählers Lustgarten" (1855) im Verlage von Leuckart in Breslau das erste Bändchen unter dem Titel: „Spiegelbilder aus dem Menschenleben" erschienen, dem später unter den Titeln: „Wintergrün", „Aus Wald und Kluft 2c." noch andere folgen sollten. Außerdem lieferte er für mehrere Zeitschriften willkommene Beiträge, z. B. für die „Natur" von Ule: „Das Hirschberger Thal", für die „Zeitschrift für deutsche Mythologie und Sittenkunde" von Dr. J. W. Wolf, fortgesetzt von Dr. Mannhardt (Göttingen): „Schlesische Märchen" u. a. m.

Im Juli des Jahres 1855 besuchte er Hirschberg, wohin ihn die Neigung seines Herzens und der Wunsch, seine Freunde zu sehen, zog. Im engern Kreise las er daselbst noch einzelne Abschnitte seiner letzten Arbeit, des hier veröffentlichten „Luftmeeres" vor und sprach über die weiteren Ausführungen derselben, durch die er die neuesten Ergebnisse der Wissenschaft auf diesem Gebiet dem größeren Publikum zugängig zu machen beabsichtigte, welches Streben überhaupt als das wesentlichste Motiv seiner schriftstellerischen Thätigkeit betrachtet werden muß.

Wohl fanden seine Freunde sein körperliches Aussehen nachtheilig verändert, wohl erschien ihnen das Hüsteln, das sein Sprechen erschwerte, bedenklich, allein noch hofften sie, daß die Jugendkraft des verehrten Genossen siegen werde.

Wie sehr hatten sie sich getäuscht! Sein Zustand verschlimmerte sich so, daß ihm der Arzt bald alle Thätigkeit in der Schule untersagen und ihn in die Krankenanstalt „Bethanien" bringen lassen mußte, wo schnell jede Aussicht auf Wiederherstellung schwand. Weder seine Aeltern, noch seine Freunde in Hirschberg hatten eine Ahnung von dem reißenden Fortschritt, welchen die inzwischen zur Entwickelung gekommene Luftröhrenschwindsucht machte. Als endlich ein Schreiben seinen nahen Tod verkündete, unternahm die hochbetagte mütterliche Freundin, Fräulein Schöndörffer, mit der Braut desselben die Reise nach Berlin, um ihm noch einmal in's Auge zu schauen, bevor es brach. Aber es war schon einige Stunden (29. September 1855) gebrochen, da sie in die Krankenanstalt eintraten. —

Mit vollem Bewußtsein hat R. das Herannahen des Todes gefühlt. In einem gerichtlichen Testamente, dessen Ausführung er in die Hände des Herrn Dr. Diesterweg gelegt, hat er seiner Aeltern und Freunde dankbar und liebend gedacht und über seinen Nachlaß verfügt.

Mit unsäglicher Wehmuth blicken wir auf sein Grab. Was würde solche Kraft, wäre sie nicht so frühzeitig gebrochen, in ihrem Kreise geleistet haben!

Der Lehrerstand hat an ihm ein zwar junges, zugleich aber eines seiner wackersten Mitglieder verloren. Und ein reines, edles Herz hat ausgeschlagen! —

Inhalt.

Erster Theil.
Allgemeines Bild der Atmosphäre.

Zweiter Theil.

Die Wärmeverhältnisse des Luftmeeres.

Anhang.

Einleitung.

Die Aufgabe dieses Buches.

Es ist eine auf sehr verschiedenen Gebieten des Menschenlebens wiederkehrende Erscheinung, daß man gerade über solche Gegenstände am meisten oder am liebsten spricht, über die man am wenigsten versteht und der Natur der Sache nach auch am wenigsten verstehen kann. So oft man auch darüber gelacht oder sich selber deswegen verspottet hat, immer noch bleiben in unsern Gegenden Wärme, Wind und Wetter beliebte Anknüpfungspunkte für das Gespräch. Ihrer unmittelbaren oder mittelbaren Einwirkung kann sich Niemand entziehen. Klima und Witterung bedingen in einem hohen Grade des Menschen Wohlsein und Stimmung. Der Wechsel ist oft so schnell und überraschend, daß er immer einen neuen Reiz oder eine neue Anregung gewährt; und doch erkennt man leicht, daß eine gewisse Gesetzmäßigkeit in ihm waltet. Ueber solche Dinge läßt sich dann leicht viel Kluges sagen, ohne daß besondere Studien nöthig wären; und treffen die Vermuthungen nicht ein, so macht man Niemanden dafür verantwortlich, weil eben noch keine Erfahrung hinter alle Geheimnisse von Wind und Wetter gekommen ist.

Auch in solchen Zeiten, in denen von einer wirklichen Erforschung der Natur noch keine Rede sein konnte, hat man versucht, aus Beobachtungen und Vergleichungen das Gesetzmäßige zu erkennen und zu folgern. In unserem Gebiet finden wir hauptsächlich zwei solcher Versuche.

Entweder man beschränkte sich auf das Nahe. Dies ist die berühmte Witterungskunde der Landleute, Müller, Jäger und Fischer. Wir wollen den Beobachtungen derselben keineswegs allen Werth absprechen. Der Landwirth mußte im Verlauf der Jahre sehr wohl erkennen, welche Frühlingstage die zur Aussaat günstigsten sind. Der fieberhafte Erwachen der Natur aus ihrem Winterschlafe, welches zu den hervorstechenden Eigenschaften der gemäßigten Erdgegenden gehört, lehrte ihn die Zeit beobachten, in welcher der Boden zur Aufnahme des Samens am geschicktesten und der Eintritt mehr beständiger Tage ein ziemlich gesicherter ist. Daher die vielen Bauerregeln über die Säetage. Der Herbst schlummert allmählich und friedlich ein; deshalb wird denn auch das Wintergetraide bald zeitig, bald erst gegen Weihnachten ausgesäet, und die Sprüche für die Herbstmonate sind viel weniger zahlreich. Der Windmüller lernte durch Erfahrung, aus welcher Himmelsgegend die meisten Luftströmungen kommen, und in vielen Theilen Deutschlands nennt er den Westen die Wetterseite, weil er weiß, daß die Regenwinde und Gewitter gewöhnlich von Abend her erscheinen. Es entging ihm nicht, daß gewisse Windesrichtungen eine geraume Zeit anhalten, und bei nur geringer Aufmerksamkeit bemerkte er, daß die Stellung seiner Mühle sich gewöhnlich von Osten durch Süden nach Westen, dann nach Norden und wieder von vorn im Kreise herum, viel seltener dagegen zurückdreht. Er beobachtete, daß der Wind keineswegs immer durch den ganzen Luftraum dieselbe Richtung hat; er sah an den Wolken, daß der Wind zuweilen oben entgegengesetzt weht, dann aber herabsinkt und auch unten zur Herrschaft kommt. Die Gefahr bei Gewittern lehrte ihn abschätzen, in wieviel Zeit das aufziehende Wetter losbrechen und der Sturm da sein werde; selbst über die Stärke des herannahenden Windes gelangte er zu einiger Gewißheit, ebenso wie der Seefahrer auf seinem beweglichen Elemente. Ja die Beobachtung ging zuweilen ins Einzelne und Kleine. Wenn in den Sommer- und Herbstmonaten

zuweilen die Luft wochenlang ganz ruhig ist und die Mühlen auf allen Hügeln stillstehen, werden doch einzelne jede Nacht durch einen Wind in Bewegung gesetzt, der von einem gegenüberliegenden Berge herabsinkt, und man hat erfahren, wie dieser nur stellenweis gehende Nachtwind aufhörte, wenn jener Berg entwaldet wurde, so daß er keine so starke Abkühlung mehr hervorbringen konnte. — Alle Regeln jedoch, die man aus solchen Beobachtungen ableitete, konnten nothwendig nur für die einzelne, bestimmte Gegend zutreffen. Es ist ein gewaltiger Irrthum, wenn man glaubt, Wärme, Wind und Wetter seien überall denselben Zeiten und demselben Wechsel unterworfen. Mögen auch manche Erscheinungen, z. B. die Passatwinde, auf Hunderte von Meilen sich erstrecken, oder mag die Sonnenwitterung über große Länder hin ziemlich dieselbe sein, so hat doch im Allgemeinen jede Gegend ihr eigenes Wetter. Freilich nicht in dem Sinne, daß sie sich dasselbe ganz abgesondert von der Umgebung zubereite; im Gegentheil, das Wetter wird uns meist aus der Ferne geliefert. Aber ein Wind, der an der einen Seite des Gebirges große Regengüsse erzeugt, geht oft über die andere Seite ganz trocken dahin; zwei benachbarte Thäler haben häufig ganz verschiedene Windesrichtung, weil jedes den Wind zwingt, seiner Längenausdehnung zu folgen; eine um 1000 Fuß höher gelegene Landschaft besitzt ganz andere Wärmeverhältnisse, als die benachbarte Tiefebene. Dies nur wenige Beispiele. Sie reichen jedoch hin, um zu zeigen, daß die Witterungskunde, die nur aus Beobachtungen der Heimath geschöpft ist, eine beschränkte sein muß. Es ist mit derselben wie mit der Menschenkenntniß des Kleinstädters. Dieser kennt Jeden, welcher ihm begegnet; aber wenn er nie über die Promenade an den Mauern hinausgekommen ist, so hat er doch nur eine sehr beschränkte Anschauung von der Welt. Ebenso kann Jemand alle „Wetterwinkel" der Umgegend kennen und von einer allgemeinen auf die Physik und Geographie begründeten Witterungskunde doch keine Ahnung haben.

Dies war das Eine. Der zweite Versuch, sich zu einer tiefern Kunde von Wärme, Wind und Wetter zu erheben, bestand darin, daß man diese Erscheinungen mit den Erscheinungen von Sonne, Mond und Sternen in Verbindung brachte und danach eine große Gesammtordnung der Witterung annahm. Die eben besprochenen Lokalbeobachtungen leiteten darauf hin. Die Regelmäßigkeit mancher Vorgänge, z. B. in den Ueberschwemmungen des Nil, in dem Wehen der Passate und anderen, steht in der That in unmittelbarem Zusammenhange mit der Erwärmung durch die Sonne. Auch in den gemäßigten Erdgegenden, wo alle Witterungserscheinungen schwankender sind, bemerkte man gewisse große Ordnungen. Wir wissen jetzt, daß neben großer Kälte in einem andern Erdtheil gewöhnlich auffallende Wärme liegt, daß z. B. milde europäische Winter oft von sehr strengen sibirischen Wintern begleitet werden, die dann in ihrer Nachwirkung unserm Frühling schaden. Dies ist der Sinn jener Sprüche, die lieber jede Jahreszeit in ihrer Ordnung sehen: December kalt mit Schnee gibt Korn auf jeder Höh' — und: Weihnacht im Klee, Ostern im Schnee. So weit lag Verstand in dem Versuch, die großen Gesetze der Witterung aufzufassen. Als man aber den Luftkreis einfach durch die Sterne regieren ließ und den „sieben Planeten" die abwechselnde Oberaufsicht übertrug, oder noch einfacher alle hundert Jahr die Wiederkehr desselben Wetters verlangte, verfiel man nothwendig in jene Träumereien, welche zwar in den Augen jedes Verständigen als Unsinn erscheinen mußten, sich aber doch lange genug erhalten haben. Die Spur von Wahrheit, die in mancher Wetterregel liegt, hat durch Jahrzehnte und Jahrhunderte einen ganzen Wust von Aberglauben und Betrug aufrecht halten müssen.

Wir haben mit dem frühern Zustande der Witterungskunde zugleich die Ursachen kennen gelernt, weshalb man ihr auch jetzt noch, da sie sich zu einer Wissenschaft erhoben hat, oft wenig Vertrauen schenkt. Der Irrthum ist noch sehr all-

gemein, daß man Witterungskunde mit Wetterprophezeihen verwechselt. Diese beiden Stücke sind in vieler Beziehung sehr weit von einander entfernt. Je tiefer man in die Verhältnisse der Erde eindringt, die sich auf ihre Wärme, auf die Strömungen der Luft, auf die Niederschläge aus derselben ꝛc. beziehen, desto mehr erkennt man, wie mannigfaltig und verwickelt das künstliche Getriebe der Kräfte ist, welche für eine bestimmte Gegend und auf eine bestimmte Stunde die dortige Witterung erzeugen. Die Erde in ihrer wundervollen Mannigfaltigkeit ist der Schauplatz eines eben so reichen und wechselnden Lebens. Jede Stunde ist die Folge einer andern. Von nah und fern wirken die Kräfte zusammen: Westindien und Sibirien, Afrika und das Eismeer wirken auf Europa ein; Berge und Seen, Wälder und Sandebenen ändern das Klima; der Mensch selber ist nicht ohne Einfluß, das Feuer seiner Werkstätten, die Lichtungen der Wälder durch den Ackerbau, die Austrocknung der Sümpfe, dies und Anderes ändern in größerem oder kleinerem Maße auch den Zustand der Luft. Wo jede Erscheinung ein Ergebniß aus so vielen Bedingungen ist, fühlt eben der Kundige am meisten, wie unsicher eine Vorherbestimmung sein muß.

Gleichwohl würde man sehr unrecht thun, wollte man daraus schließen, daß die Witterungslehre noch nicht viel bedeute. Die Erforschung der Witterungsverhältnisse geschieht jetzt nicht mehr durch einzelne beschränkte Beobachtungen, sondern durch ausgedehnte Vergleichungen und genaue Messungen. Die Erfindung des Barometers war der Geburtstag einer wirklichen Wissenschaft, der Meteorologie. Durch sie gelangte man zur Kunde der Masse und der Dichtigkeit des Luftmeeres, man hatte ein Maß für die Schwankungen desselben und kannte nun den Schauplatz der Erscheinungen, mit denen sich die Witterungslehre beschäftigt. Das Thermometer hat eine genaue Bestimmung der Boden- und Luftwärme zu verschiedenen Zeiten und an verschiedenen Orten möglich gemacht, und wir können die Einwirkungen abschätzen,

und messen, welche die Wärme einer Erdgegend auf die benachbarte ausübt. Verschiedene Arten des Hygrometers geben uns Aufschluß über den Grad der Luftfeuchtigkeit und die Bedingungen, unter denen Regen oder andere Niederschläge eintreten. Männer wie Dalton, Saussure, Alex. von Humboldt, Arago, Leop. v. Buch, Kämtz, Dove haben sich lange und mit Geist und Scharfsinn mit den verschiedenen Gebieten der Meteorologie beschäftigt, und wir verdanken ihnen wie mehreren Andern eine Reihe glänzender Entdeckungen und neuer treffender Ansichten.

Es gehört zu den höchsten Freuden des menschlichen Geistes, sich zu großen, allgemeinen Anschauungen zu erheben. Solche gewährt der Blick über die Erde, wenn man in dem unaufhörlichen Leben und Treiben in ihrer luftförmigen Hülle große Gesetze entdeckte, die über das Ganze herrschen, jedem Einzelnen aber durch besondere Erscheinungen nahe treten. Die Zeit ist vorüber, wo in der Witterungslehre nur vereinzelte Beobachtungen und Einfälle zu finden waren. Sie ist ein Glied in der großen Naturgeschichte des Erdganzen, aber auch eben nur ein Glied. Sie kann nicht verstanden und nicht gefördert werden ohne Erforschung der festen und flüssigen Erdoberfläche, und wir werden darum die letztere mehrmals näher besprechen müssen. Doch gerade diese großartige Wechselwirkung ruft unsere Aufmerksamkeit wach.

Es gibt noch Vieles zu erforschen, denn die Natur ist eine freie Gegend; indem wir weiter schreiten, rückt zugleich der Horizont mit uns fort. Es ist aber auch schon sehr Vieles geleistet, und unsere Kenntnisse werden noch größere Einheit erhalten, wenn die Vergleichungen der Beobachtungen, die jetzt in so vielen Theilen der Erde stattfinden, auch ferner mit dem glücklichen Scharfsinn gemacht werden, welchem wir die Aufstellung der Wärmelinien und die Entdeckung des Gesetzes der Winddrehung verdanken.

Resultate dieser Art sind es, deren allgemeines Verständniß ich durch das nachfolgende Naturgemälde befördern will.

Früher beschäftigten sich die Schriften über Witterungskunde nur mit dem Vereinzelten und Auffallenden, oder es waren blose Anwendungen der Physik auf die Lufterscheinungen. Nachher wurde die Aufmerksamkeit vorherrschend auf das Mittlere gerichtet, wie Jahreswärme, Regenmenge und Windrichtung. Jetzt sind wir im Stande, nicht blos die Erscheinungen einzeln zu beschreiben oder die Bedingungen des Klimas anzugeben, sondern wir können auf die mittleren Veränderungen achten, auf die Abweichungen der Jahres- und Monatswärme oder der Regenmenge und Windrichtung von dem bereits erkannten mittleren Maß, und dies führt zu Vergleichungen, aus denen wir erkennen, daß die Schwankungen und Ausnahmen des einen Erdtheils oder Landes an einer andern Stelle eine Ausgleichung erfahren.

In solchem Hinblick auf das Erdganze sind die folgenden Darstellungen geschrieben. Die Witterungslehre auf ihrem neuesten Standpunkte, nämlich als Theil der Physik der Erde darzustellen, das ist die Aufgabe dieses Buches. Mit andern Worten: ich will eine Naturgeschichte des Erdlebens versuchen, insofern es dem Luftmeer angehört und durch dasselbe bedingt wird.

Erstes Kapitel.

Das Aeußere der Erdkugel.

Die Erdkugel stellt sich für den Blick in die Nähe als eine unorganisirte feste oder flüssige Grundfläche dar, welche einer unzählbaren Menge organisirter Wesen zur Grundlage dient und ihnen die Bedingungen ihrer Erhaltung darbietet. Die uns sichtbare Fläche jedoch ist nur das Aeußere eines unsern Blicken entzogenen Innern, zugleich aber auch der Boden einer die ganze Erde umschließenden leichten, luftigen und unsichtbaren Hülle. Wir haben also den Erdkern und drei Formen seiner Umgebung zu unterscheiden.

Das Innere der Erde ist uns fast ganz unbekannt. Zwar wissen wir, daß die Masse desselben eine Dichtigkeit besitzt, welche etwa das Fünffache von der des Wassers beträgt, woraus man geschlossen hat, daß das Erdinnere nicht aus Gestein, sondern aus metallischen Massen bestehen möge; auch steht fest, daß nach dem Innern hin eine hohe Wärme, ja eine staunenswerthe Hitze herrschen muß, von welcher die heißen Quellen und die geschmolzenen Mineralien aus den Vulcanen eine Probe geben: aber die abgekühlte feste Rinde — das Land — kennen wir doch nur bis zu einer sehr geringen Tiefe. Man ist nur etwa ein 6000stel des Erdhalbmessers oder ein paar 1000 Fuß unter die feste Fläche hinabgekommen. Bei einem Globus von zwei oder drei Fuß im Durchmesser würde diese Tiefe noch nicht einmal die Dicke

des Papiers betragen. Die Tiefe der Bergwerke von Freiberg ist 1800 Fuß, aber von diesen sind gegenwärtig nur 1300 Fuß bearbeitet, die größeren Tiefen sind voll Wasser, das eine mäßige gleichförmige Temperatur hat. Der größte Theil jener Tiefe gehört jedoch der Erhebung über den Meeresspiegel an; höchstens reichen 160 Fuß unter die Meeresfläche hinab. Im Harz ist man 1872 Fuß hinabgedrungen, arbeitet gegenwärtig aber nur bis 1500 Fuß. In den Kohlengruben von Cumberland ist man bis 1000, ja bis 1584 Fuß unter die Meeresfläche gekommen und findet dort eine Wärme von 21 °R. Auch in den Niederlanden beträgt die größte Tiefe der Kohlengruben fast 1000 Fuß unter dem Meeresspiegel. Die berühmten Salzbergwerke von Wieliczka und Bochnia in Galizien nehmen mit ihren weitläuftigen unterirdischen Sälen und Hallen ein großes Feld ein. Doch wäre es ein voreiliger Schluß, wollte man daraus folgern, daß uns über die Erdtiefen sehr viel bekannt sei. Obwohl nämlich die Tiefe 936 Fuß beträgt, so liegt doch der Eingang auf der Höhe 765 Fuß über dem Meere, die geöffnete Tiefe reicht also nicht einmal 200, sondern nur 171 Fuß unter die Ostsee. Weiter als durch Bergwerke ist man durch die künstlichen Bohrungen gekommen, durch welche man artesische Brunnen oder auch Salzquellen gewinnen will. Das Bohrloch von Neusalzwerk bei Minden hat eine Tiefe von 2219½ Fuß, wovon 1994 Fuß unter dem Spiegel des Meeres liegen. Die salzreiche Quelle eines tiefen Bohrloches bei Luxemburg, 2700 Fuß, ist gegenwärtig das Bedeutendste auf diesem Gebiet, man behauptet aber, es sei möglich, bis 5000 Fuß hinabzubringen. Allen Erfahrungen nach sind die Quellen desto heißer, je tiefer sie heraufkommen, nur die Quellen, welche nahe unterhalb der Oberfläche ihren Lauf haben, stimmen mehr oder weniger mit der mittleren Luftwärme überein. Die Lavaströme lassen auf große innere Hitzheerde oder geradezu auf einen heißflüssigen Zustand der innern Erdmasse schließen; einzelne Gegenden, z. B. auf Island und im süd-

lichen Patagonien, sind ganz von zuerst heißen, dann erstarrten Auswürfen bedeckt und erfüllt. Aber auch nicht geschmolzene Steine werden zuweilen durch die Ausbrüche eines Vulkans aus der Tiefe heraufgerissen, am Vesuv z. B. häusergroße Stücke weißen Marmors. Wie tief die erstarrte Erdrinde hinabgehe, ist, wie gesagt, noch fraglich, obgleich man weiß, daß die Dichtigkeit nicht in demselben Maße wie die Hitze zunimmt. Bei 5¹/₄ Meilen Tiefe würde vielleicht der Wärmegrad zu finden sein, bei welchem Lava schmilzt; bei 10 Meilen Tiefe würden sicherlich die meisten unserer Gesteine sich in geschmolzenem Zustande befinden. Da aber in Folge des ungeheuren Druckes der oberen Massen die Schmelzbarkeit der Stoffe sehr vermindert sein kann, so ist anzunehmen, daß die starre Erdrinde eine größere Dicke habe. Sie wird auf 20, 60 oder 100 Meilen, nach einer astronomischen Bestimmung sogar auf 200 Meilen geschätzt; indessen sind solche Angaben noch nicht sicher zu begründen. Wir kommen auf die Wärme des Erdinnern zurück, wenn wir von den Temperaturverhältnissen der Oberfläche sprechen.

Die feste Erdfläche hat, auch abgesehen von ihrer Abplattung an den Polen, keine vollkommene Kugelgestalt. In ihren größeren Senkungen nun steht oder fluthet die zweite Hülle der Erde, die flüssige oder das Meer. Das Wasser hat wohl früher, gleich der Luft, den ganzen Erdball bedeckt, und erst nach und nach haben sich einzelne Landmassen, die Erdtheile und Inseln, daraus erhoben. Muscheln, die man auf Bergen findet, und weite Ebenen, die offenbar sich als ehemaligen Meeresgrund ankündigen, zeigen uns, daß früher die Erdrinde in noch viel größerer Ausbreitung vom Wasser bedeckt gewesen ist, als jetzt. Bei den zunehmenden Landerhebungen hat sich das Meer in die größeren Tiefen zurückgezogen, wo es aber immer noch den bei weitem größesten Theil der Erdfläche einnimmt, indem es sich zu dem trockenen Land fast wie ³/₄ zu ¹/₄ verhält. Die großen Oceane mit ihren Aesten umziehen das gesammte Land. Dabei ist ihre

Tiefe stellenweis bedeutender als die Höhe der hervorragenden Länder und Gebirge. Früher waren die Messungen nicht weit hinabgedrungen. Auf der Weltumsegelung, welche die beiden Forster mit Cook unternahmen, maß man 1500 Fuß, auf den späteren Nordpolarfahrten 7000 Fuß, auf der Südpolarfahrt von James Roß 1853 schon 26,000 Fuß, und Denham hat im südatlantischen Ocean sogar 43,000 Fuß unter dem Meeresspiegel gemessen, also ungefähr das doppelte Maß der höchsten amerikanischen Berge. Denkt man sich alles über die Meeresfläche emporragende Land abgetragen, so würde es bei weitem nicht hinreichen, die Meerestiefen auszufüllen und die Erde auf solche Art in ein Meer mit überall gleicher Tiefe zu verwandeln. — In vielen seiner allgemeinen Eigenschaften hält das Wasser die Mitte zwischen Erde und Luft, in seiner Schwere, seiner Wärmefähigkeit, seiner Beweglichkeit. Durch die Leichtigkeit, mit der es bald feste, bald luftartige Form annimmt, gehört es bald dem Boden, bald dem Luftkreise an. Flüsse und Regen gehen in das Meer hinein, aber als Dampf strömt eine gleich große Wassermenge wieder heraus und verbindet sich mit dem Luftmeer, aus dem es sich dann als Thau, Regen, Schnee und in andern Formen wieder ausscheidet.

Wir haben die leicht aufgelagerte äußerste Hülle der Erde, die L u f t, ebenfalls ein Meer genannt; aber dieses Meer ist ungleich tiefer und dabei beweglicher als das aus Wasser bestehende. Die Lufthülle der Erde ist es, mit der wir uns nachfolgend im Einzelnen beschäftigen wollen. Wir leben auf dem Grunde derselben, während Vögel und Insekten sich in derselben gleich den Fischen im Wasser erheben. An der Grenze zweier Meere wohnend, kennen wir von dem einen, dem Ocean, besonders die oberen, von dem andern, der Atmosphäre, besonders die untern Strömungen. Die gegenseitige Einwirkung der festen und flüssigen Grundfläche und der luftförmigen Hülle ist die Welt, in welcher das Leben der Pflanzen und Thiere und unser eigenes gedeihen.

Der feste Boden der Erde ist der Grund für die Entwickelung der Quellen, Flüsse und Seen; er trägt die Hauptmasse des Pflanzenreichs nnd die dem Menschen wichtigsten Thiere. Mit dem Luftmeer steht er in Wechselwirkung, indem er die Luft erwärmt oder abkühlt, theilweise ihr auch allerlei Aushauchungen verschiedener Luftarten zusendet. Das Wasser erfüllt durch seine Verdunstung die Luft mit einem in ihr bald unsichtbaren, bald sichtbaren Stoff, dem Wasserdampf oder Dunst. Auf beide, das Land und das Wasser*, wirkt dann die Luft wieder mannigfaltig zurück. Durch diese unaufhörliche Wechselwirkung, welche selbst im kältesten Norden oder Süden nicht erstarrt, wird das Aeußere der Erdkugel zu einem Schauplatz des reichsten Lebens. Ueberall dieselben Gesetze, aber überall neue Erscheinungen! Im nördlichen Sibirien finden wir wenige Fuß unter der Oberfläche den Boden durch das ganze Jahr gefroren, in Cayenne im mittäglichen Amerika dagegen so erwärmt, daß das Wasser der Quellen für den dürstenden Arbeiter keine rechte Labung mehr gewährt. An den Küsten der nördlichen Inselwelt bildet das Meer monatelang eine mit Schnee bedeckte Eisfläche; doch schon südlich von Island, auf den Faröer, wirkt es so günstig ein, daß der Winter nicht bis auf den Gefrierpunkt kommt und man die Schafe im Freien lassen kann. Wenn der Scirocco über Italien dahinstreicht, wirkt er ausdörrend und abspannend; wenn aber ein warmer Wind zu Anfange des Frühlings bis in die Alpen dringt, hilft er den Winter vertreiben, den die Sonne allein nicht so bald zu Ende gebracht haben würde.

Dies sei genug, um auf die Wechselwirkung zwischen der Atmosphäre und ihre Grundfläche einstweilen aufmerksam zu machen.

Zweites Kapitel.

Die Atmosphäre.

Die Erde wird nicht blos stellenweise, sondern von allen Seiten von Luft umgeben. Die Luft bildet also nach außen hin eine Kugel, deren obere Grenze wir jedoch nicht genau kennen; nach innen ist sie auf die Erde und das Meer aufgelagert, wo sie aber keine ganz scharfe Grenze hat, indem sie in alle ihr nur irgend zugänglichen Räume eindringt, z. B. mit dem Innern vieler Vulkane in Verbindung steht.

Man nennt diese elastisch-flüssige Kugelschale der Erde am besten Luftkreis oder Luftmeer. Gebräuchlicher jedoch ist der Name Atmosphäre oder Dunstkreis, die Holländer sagen Dampfkreis. Letztere Benennungen beziehen sich auf das Unbeständige und Wandelbare, das uns freilich in seiner Gestalt als Nebel oder Wolke am meisten sichtbar wird; dagegen faßt der Name Luftkreis das Beständige in's Auge.

Betrachten wir zunächst den Luftkreis mit allem, was er einschließt: Dampf oder Dunst, als eine große Masse, so finden wir, daß dieselbe, so leicht und beweglich sie auch erscheint und so bedeutend ihre Elasticität ist, doch an der Erde haftet und mit ihr ein Ganzes bildet. Wie alle Gegenstände, so ist auch die Luft durch die Anziehung der Erde, oder wie wir gewöhnlicher sagen, durch ihre Schwere an die Erde gebunden. Sie kann sich wohl, wenn ihre Spannung durch Kälte oder Wärme vermindert oder vermehrt wird, zusammenziehen und ausdehnen, also bald eine seichtere, bald

eine tiefere Fluth auf der Grundfläche bilden; sie kann sich auch gleich dem Wasser des Oceans stellenweise oder in größeren Massen verschieben und gewaltige Strömungen bilden; aber sie kann sich nicht von der Erde entfernen. Mit der Erde macht sie die tägliche Umdrehung und die jährliche Bewegung um die Sonne. Es würde aber eine ganz falsche Vorstellung sein, wollte man sich die Erde wie eine in der Luft schwimmende Kugel denken; selbst die Vergleichung mit einem Dotter im Ei ist noch eine übertriebene, denn das Luftmeer bildet eine im Verhältniß zur Erdmasse nur sehr schwache und dünne Schicht.

Durch Messung hat man gefunden und aus der Annahme, die Erde sei vor undenklichen Zeiten eine heißflüssige Kugel gewesen, kann man schließen, daß die Gestalt der Erde an beiden Polen etwas abgeplattet ist, im Ganzen etwa 5 Meilen. Demnach würde auch die Atmosphäre eine solche Abweichung von der Kugelgestalt haben; ja wenn man bedenkt, daß die Luft in Folge des täglichen Umschwungs am Aequator mehr aufgelockert sein muß, als nach den Polen hin, wo die Drehungsgeschwindigkeit eine geringere ist; wenn man ferner in Anschlag bringt, daß die stärkere Erhitzung der Luft in der heißen Zone eine größere Spannung und dadurch ein höheres Aufsteigen hervorbringt, als im hohen Norden oder Süden der Erde: so findet man, daß die Abweichung des Luftkreises von der Kugelgestalt eine etwas größere sein muß, als die der Erdmasse. Wir werden später sehen, welch' großartige Folgen dies für die Luftströmungen hat.

Der Mensch kann sich nicht bis zur oberen Grenze des Luftmeeres erheben, er kann sie nicht einmal sehen, denn die in der Luft schwebenden Wolken schwimmen keineswegs auf ihrer Oberfläche, sondern stehen bald höher, bald tiefer, und bei jedem Nebel, bei einer vorüberfahrenden Lokomotive oder auf einem Gebirge kann man beobachten, daß alle sichtbaren Dunstmassen *in* der Luft schwimmen. Aber wir wissen, daß

die Luft nach oben immer dünner wird und daß diese Verdünnung zuletzt einen solchen Grad erreichen muß, der ein Verschwinden in nichts genannt werden könnte. Noch nicht ganz eine Meile hoch, 21,600 Fuß, bis wohin der französische Naturforscher Gay-Lussac in einem Luftschiffe sich erhoben hatte, ist sie schon so dünn, daß sie für das Athemholen nicht mehr recht zureicht. Auf hohen Bergen bemerkt man, daß ein Pistolenschuß einen viel schwächeren Knall gibt, als im Thale, ebenfalls eine Folge der Luftverdünnung. Es würde eine Grenze geben, über welcher keine Luft mehr an der Erde haften könnte, weil sie in Folge der schnellen Drehung der Erde abfliegen müßte. Diese Erscheinung würde indessen erst mit einer Entfernung von $5^3/_5$ Erdhalbmessern eintreten.

In einer Höhe von 8 Meilen ist die Luft zwar fast so verdünnt, wie in den sogenannten „luftleeren Räumen" der Luftpumpen, aber doch noch dicht genug, durch das Zurückwerfen des Sonnenlichts den Zustand der Dämmerung hervorzubringen. So nach Arago. Nach Delambre beträgt die Höhe, bis zu welcher die Lufttheilchen im Stande sind, für uns bemerkbares Licht zurückzuwerfen, sogar 10 Meilen, wie dies, merkwürdig genug, auch schon Kepler angegeben hat. Eine andere Berechnung geht von der Elasticität der Luft aus. Es muß eine Grenze vorhanden sein, wo die Luft in ihrer Neigung, sich zu zerstreuen, nicht mehr durch die Schwere überwältigt wird: sie ist auf $27^1/_2$ Meile angegeben. Doch selbst diese Höhe scheint nicht die wirkliche obere Grenze des Luftmeeres zu sein. Man nimmt nämlich an, daß die Sternschnuppen, die fast in jeder Nacht, um den 10. August und 13. November sogar sehr häufig zu sehen sind, aus dem Weltenraum stammen und nur, wenn sie in die Nähe der Erde kommen, von derselben angezogen werden, oder vielmehr in Folge ihrer eigenen heftigen Bewegung auf dieselbe herabstürzen. In brennendem Zustande können sie sich aber nur dann befinden, wenn sie von Luft umgeben sind. Die höchsten Punkte, in denen Sternschnuppen gesehen werden, sind

34 Meilen und mehr von der Erdoberfläche entfernt; so hoch müßte demnach auch die Atmosphäre gehen, wenn die Sternschnuppen bei ihrem Herabfallen wirklich erst in der irdischen Luft zu brennen anfangen.

Es braucht keines besondern Beweises, daß der Luftkreis, mögen wir nun seine Höhe zu 10 Meilen oder auch zu weniger oder mehr annehmen, in seinen untern Schichten dichter sein muß, als in seinen obern. Die ganze Atmosphäre übt einen Druck nach unten; je tiefer eine Luftschicht liegt, desto mehr obere Luft hat sie zu tragen. Denken wir uns eine feine, lange Springfeder senkrecht aufgestellt. Die Windungen derselben, obwohl ursprünglich gleich, werden sich nach oben erweitern, weil hier das eigene Gewicht der Feder sie nur wenig und zuletzt gar nicht mehr zusammendrückt. Die untern Windungen dagegen werden stark zusammengepreßt, weil sie das Gewicht der ganzen Säule zu tragen haben. Wir behandeln den Luftdruck noch ausführlicher, weil er für die Erscheinungen von Wind und Wetter eine große Wichtigkeit hat. Hier genüge die Bemerkung, daß die uns näheren Luftschichten sich unter einem starken Druck und zugleich durch ihre Erwärmung von der Grundfläche her in einer starken Spannung finden. An der untersten Grenze, an der Meeresfläche, ist natürlich der Druck am größesten. Durch denselben erhalten die unteren Schichten eine solche Dichtigkeit, daß sie bei weitem den größesten Theil der ganzen Luftmasse betragen. Rechnen wir die Höhe der Atmosphäre zu 10 Meilen, so befindet sich die eine Hälfte der Luftmasse von dem Meeresspiegel bis zu $^2/_3$ Meilen. Die Dichtigkeit nimmt in solchem Grade ab, daß z. B. auf dem Montblanc sie nicht viel mehr als die Hälfte und in dreifacher Höhe der Jungfrau nur etwa ein Viertel von der an der Meeresfläche beträgt.

Für das Auge erscheint das Luftmeer als eine einfache durchsichtige Masse. Richten wir den Blick aufwärts, so sehen wir ein ungeheures, in der Mitte etwas flaches Gewölbe von klarer, blauer Farbe, das wir gewöhnlich mit dem Ausdruck

Himmel bezeichnen. Man hat viele Untersuchungen über das Himmelblau angestellt. Lange Zeit hielt man die Farbe für eine blose Täuschung. Die Luft wurde für ein trübes Mittel gehalten, wie Glas, Wasser oder eine andere Flüssigkeit, aber das Blau ihr nicht selbst zugeschrieben, sondern galt nur als eine Wirkung des dunklen Hintergrundes. Je nachdem nämlich das trübe, durchscheinende Mittel einen leuchtenden oder dunklen Hintergrund hat, danach sollte dasselbe eine gelbliche oder bläuliche Farbe annehmen. Weil nun die Luft den Weltenraum zum Hintergrunde hat, der dunkel ist, so erscheint sie uns blau; wo sie aber etwas Helles, die Sonne, den Mond, einen Stern, zum Hintergrunde hat, erscheint sie roth. Warum der Mond, wenn derselbe als erstes oder letztes Viertel am Tage sichtbar ist, bläulich erscheint, da er doch offenbar ein heller Hintergrund für die dazwischen liegende Luft ist, weiß man indeß nach dieser Annahme (der Göthe'schen Farbenlehre) nicht zu erklären.

Nach neueren Ansichten stellt sich die Sache viel einfacher Alle Gasarten, nicht blos die bekannten farbigen Luftarten Jod und Chlor (jenes schön roth, dieses grün), scheinen gefärbt zu sein. Die Luft nun ist in der That blau, indem sie vorzugsweise die blauen Lichtstrahlen zurückwirft. Doch ist diese Farbe sehr zart und schwach und in der Nähe nicht bemerkbar, erst in der ganzen Masse macht sie sich geltend, eben so wie man die Farbe eines Glases um so deutlicher erkennt, je dicker es ist. Wenn es keine Luft gäbe, so würde der Himmel ohne Glanz und Farbe sein. Während jetzt von allen Lufttheilchen ein schwaches Licht herabgeworfen wird, das Sonnenlicht also aus dem ganzen Raume kommt, würde ohne Luft der Himmel als ein vollkommen schwarzes Gewölbe erscheinen, auf welchem man bei Tage die Gestirne mit demselben Glanze erblicken würde, wie bei Nacht.

Die Tiefe oder der Grad des Himmelblaues ist nicht immer und nicht überall gleich. In unsern Gegenden hat der Himmel im Sommer eine reinere und tiefere Farbe, als

im Winter. In der kalten Jahreszeit ist die Luft oft von einem beinahe zu Dunst verdichteten Dampf erfüllt, und der Himmel erhält dadurch ein weißliches oder graues Aussehen. Im Sommer dagegen ist der Dampf viel mehr verflüchtigt, die Wolken, falls sich welche bilden, stehen mehr einzeln und abgerundet und das Blau des Himmels dazwischen erscheint viel kräftiger. Auch nach einem Regen, der die Luft von Rauch und Staub gereinigt hat, ist die Bläue des Himmels oft schöner und reiner. Derselbe Grund, welcher das verschiedene Blau des Himmels im Verlauf der Jahreszeiten bedingt, ist es auch, der das verschiedene Himmelblau einzelner Länder hervorruft. Am Nordkap ist der Himmel gewöhnlich mit einem Schleier überzogen, welcher astronomische Beobachtungen fast unmöglich macht. Die Ursache liegt in den warmen Luft- und Meeresströmungen, die bis in jene nördliche Region gelangen. Aehnlich ist es mit der Nebelluft, durch welche sich England auszeichnet. Es ist von einem verhältnißmäßig warmen Meere umgeben, die Luft ist feuchtigkeitsreich und muß darum oft getrübt erscheinen. Dagegen ist der italienische Himmel gerühmt wegen seines reinen Blaues, das zugleich viel dunkler ist, als das über den deutschen Ebenen, wird aber durch die Durchsichtigkeit der Luft in Persien noch bei weitem übertroffen. Niemand durchwanderte je dieses Land, ohne über die Klarheit erstaunt zu sein, mit welcher entfernte Gegenstände gesehen werden. Berge, die 12, 15, selbst 20 Meilen entfernt sind, heben sich mit großer Schärfe der Umrisse von dem blauen Himmelsgrunde ab, und die schneebedeckte Spitze des Ararat ist bei 40 Meilen Entfernung gerade so hell und schön, als wenn man am Fuße des Berges steht. Aber in größestem Glanz und in vollster Schönheit erscheint der persische Himmel nach Sonnenuntergang, und es ist nicht übertrieben, wenn man sagt, daß ohne das Dazwischenkommen des Mondscheins die drei Sommermonate etwa 75 Nächte bieten, welche zu feinen Beobachtungen günstiger sind, als die schönsten Nächte in Italien oder im südlichen Theil von Nordamerika. Venus erscheint mitunter in so

strahlendem Lichte, daß man in 13 Fuß Entfernung vom Fenster die Zeiger der Uhr und Gedrucktes erkennt. Ein amerikanischer Missionär in Persien hat die Jupitersmonde mit blosen Augen erkannt, die ovale Form des Saturn bemerkt, die durch den Ring desselben verursacht wird, und auch die mondförmige Gestalt der in ihrem Licht ab- und zunehmenden Venus beobachtet. Die Abweichung des Saturn von der Kugelgestalt ist übrigens schon vor der Entdeckung des Saturnringes nicht unbekannt gewesen; in alten astronomischen Büchern, die lange vor der Erfindung der Fernröhre geschrieben sind, wird Saturn länglich dargestellt. Die uralten Sternbeobachtungen der morgenländischen, ägyptischen und griechischen Völker sind in jedem Fall durch die Klarheit ihres Himmels wenn nicht veranlaßt, so doch erleichtert worden.

Bei reiner Luft muß die blaue Farbe des Himmels um so mehr verschwinden, je mehr man sich über die Erdoberfläche erhebt. Wer einen hohen Berg besteigt, hat allmählich immer weniger Luft über sich, und Reisende, welche bis zu einer bedeutenden Höhe vorgedrungen sind, beschreiben das Aussehen des Himmels von so hohem Standpunkte aus als sehr dunkel, fast schwärzlich und als viel weniger leuchtend. Ja die Führer versicherten Saussure, daß man auf dem Gipfel des Montblanc am hellen Tage mit blosem Auge Sterne sehe; er selbst bemühte sich nicht, die Wahrheit dieser Behauptung zu prüfen. Indessen steht so viel fest, daß das Licht, welches von der Atmosphäre zurückstrahlt, das Haupthinderniß beim Sehen von selbstleuchtenden, jenseits der obersten Grenze der Atmosphäre befindlichen Gegenstände ist. Die Atmosphäre erzeugt gewissermaßen einen Lichtvorhang, der am Tage stark genug ist, das Licht der Firsterne und Planeten zu erlöschen; in der Nacht dagegen, wenn die Luft nur durch die Sterne erleuchtet wird, verschwindet der Vorhang und wir sehen die Sterne als leuchtende Punkte im finstern Raume.

Obwohl uns nun die Atmosphäre als ein einfacher, durchsichtiger Stoff erscheint, der bald an einzelnen Stellen, bald über große Strecken hin durch Dünste und Rauch getrübt wird, an und für sich aber ganz gleichartig ist, so ist doch entdeckt worden, daß sie aus mehreren Luftarten zusammengesetzt ist. Die wesentlichen Bestandtheile sind zwei: Sauerstoff und Stickstoff, ihr Verhältniß dem Raume nach ist wie 21 zu 79. Sie sind so vollkommen mit einander vermischt, daß dieses Verhältniß fast zu allen Zeiten und überall dasselbe bleibt. Wenn man verschiedene Luftarten mit einander mischt, so lagern sie sich nicht gleich tropfbaren Flüssigkeiten über einander. Der Sauerstoff ist schwerer, als der Stickstoff (ihr Gewichtsverhältniß in der Atmosphäre ist wie 23 zu 77), aber er sinkt nicht nach unten wie etwa das Wasser, wenn es mit Oel gemischt wird. Jede der beiden Luftarten breitet sich unabhängig von der andern im Raume aus, dichter nach unten, dünner nach oben. Wasser und Oel sind nur gewaltsam zu mischen; zwei oder mehr Luftarten zusammengebracht, vertheilen sich dagegen gleichförmig in beiden Räumen. Hätte man zwei Zimmer mit Sauerstoff gefüllt und befänden sich beide Massen in gleicher Spannung, so würde bei Oeffnung der zwischenliegenden Thür Alles still bleiben, es würde kein Wind entstehen. Brächte man aber Sauerstoff und Wasserstoff neben einander und öffnete die Thür, so würde der Sauerstoff in das benachbarte Zimmer eindringen, wie in einen leeren Raum, eben so der Wasserstoff in das Zimmer mit Sauerstoff. Jede Luftart handelt, als wenn sie allein wäre, ihre Theile dringen zwischen die Theile der andern ein, und nur unter ganz bestimmten Verhältnissen entsteht statt der Mischung ein neuer Körper. Dies ist das merkwürdige Dalton'sche Gesetz: Die Luftarten verhalten sich gegen einander unelastisch. Für das Bestehen der Atmosphäre in ihrer Gleichartigkeit ist es von großer Bedeutung. Es ist das große Erhaltungsgesetz, das eine ungleiche Vertheilung

der Bestandtheile der Atmosphäre verhindert. Es sind keine großen Anhäufungen des einen oder des andern Stoffes auf die Dauer möglich. Wenn z. B. an einem Orte ein wenig Sauerstoff mehr verbraucht wird, als an einem andern, so wird die Lücke sogleich aus der Nachbarschaft durch Verbreitung ausgefüllt und das Gleichgewicht in keinem merklichen Grade angetastet. Es gibt keine Länder oder Gegenden, wo die sogenannte Lebensluft, der Sauerstoff, im Uebermaße vorhanden wäre, aber auch keine, wo er auffallend mangelte. Die dritte Luftart der Atmosphäre, die Kohlensäure, ist überall nur in verhältnißmäßig unbedeutendem, aber ziemlich veränderlichem Maße vorhanden. Als mittleren Betrag kann man etwa $^1/_{2000}$ des Ganzen annehmen. Ueber die drei genannten Luftarten und einige mehr zufällige Beimengungen der Atmosphäre sprechen wir ein Weiteres, wenn wir den Einfluß des Luftmeeres auf das organische Leben behandeln. In Beziehung auf Wärme, Wind und Wetter verhält sich die Mischung jener zwei oder drei Luftarten wie ein Körper, den man deshalb auch atmosphärische Luft zu nennen pflegt. Ein neuer Körper im Sinne der Chemie ist es aber keineswegs.

Sauerstoff und Stickstoff sind permanente Gase: weder durch Druck, noch durch Kälte kann man sie tropfbar darstellen. Anders dagegen ist es mit dem in der Luft schwebenden Wasserdampf. Er hält sich nur bei einer gewissen Temperatur und bei einer gewissen Menge in der atmosphä-Luft. Obwohl gleich einer Luftart sich vertheilend, kehrt er doch oft in flüssiger Form wieder zur Erde zurück und ist die Ursache einer ganzen Reihe von Erscheinungen. Wir machen ihn deshalb zum Gegenstande einer besondern Besprechung, nachdem wir die Verhältnisse des Luftdrucks näher betrachtet haben werden.

Drittes Kapitel.

Vom Druck der Luft.

Man mag den Grashalm im Abendhauch erzittern oder eine Riesentanne unter der Gewalt des Sturmes sich beugen sehen — immer erkennt man, ohne eines besondern Nachdenkens zu bedürfen, daß die im anprallenden Winde fühlbare Macht die Bewegung eines Stoffes sei. Die Kenntnisse von dem Dasein der Luft war jedoch lange Zeit auch das Einzige, was man über sie wußte; ihre Eigenschaften wurden erst sehr spät erforscht. Wir wissen, daß die Luft durch die Anziehung der Erde an derselben festgehalten wird, also eine gewisse Schwere haben muß. So leicht uns aber auch dieser Schluß vorkommt, so unmöglich war er in einer Zeit, da man den Grund der Schwere überhaupt noch nicht in der Anziehung durch den Erdball suchte. So lange man die Erde als in der Mitte der Welt ruhend annahm und von ihrer Kugelform entweder nichts ahnte oder doch diesen Lehrsatz noch nicht mit der ganzen Naturkunde in lebendige Verbindung setzte, mußte man über das Verhältniß der einzelnen Gegenstände zur Erde im Dunkeln bleiben, und man hätte die Schwere der Luft höchstens durch Messung auf der Wage finden können. Aber selbst die Kunst, luftleere oder luftverdünnte Räume herzustellen, war damals noch nicht entdeckt. Die Veranlassung zur Entdeckung des Luftdrucks war folgende.

Jedermann kennt die sogenannten Saugpumpen, die in den meisten Fällen, wenn Wasser aus geringerer Tiefe empor-

gehoben werden soll, angewendet werden. Eine lange Röhre reicht bis in das Wasser hinab, ein Stempel mit einer nach oben sich öffnenden Klappe bewegt sich in der Röhre auf und nieder. Wird der Stempel emporgezogen, so dringt das Wasser ihm nach; wird er wieder niedergedrückt, so kann es nicht zurück, weil eine weiter abwärts in der Röhre angebrachte auch nur nach oben sich öffnende Klappe ihm den Weg versperrt. Es muß durch den Stempel nach oben und fließt dann seitwärts aus. Schon lange vor Galilei kannte man diese Maschinen. Die Erscheinung, daß das Wasser nach jedem Kolbenspiele in der Saugröhre stieg, suchte man durch die Annahme zu erklären, daß die Natur einen Abscheu vor dem Leeren habe, daß das Wasser dem aufwärts gehenden Stempel nur darum folge, damit kein leerer Raum entstehe. Man legte also dem Wasser eine Art Willenskraft und eignes Leben bei, und so wunderlich die Annahme auch war, gab man sich doch damit zufrieden. Man hatte ja ein Wort, und die Erscheinung, daß man sich mit einem solchen begnügt, ist durchaus nicht ausgestorben; man erinnere sich nur daran wie vor einigen Jahrzehnten Alles für elektrisch und später ebenso für magnetisch erklärt wurde, wo man einfach hätte eingestehen sollen: Ich weiß es nicht. Bei der Zuflucht zu dem Abscheu vor dem leeren Raum blieb es, bis in einer sich wieder mehr der Beobachtung statt den Hirngespinnsten zuneigenden Zeit ein Anstoß zu wirklicher Erforschung gegeben wurde. Um das Jahr 1639 bemerkte nämlich ein Gärtner in Florenz, daß bei einer neuerrichteten Saugpumpe, mit welcher man Wasser auf einige 50 Fuß Höhe heben wollte, die Flüssigkeit nicht über 30½ pariser Fuß im Saugrohre stieg. Diese ihm unerklärliche Erscheinung theilte er sogleich dem hochberühmten Galilei mit, seine Rathschläge erbittend. Den großen Forscher jedoch setzte dieser Fall in nicht geringe Verlegenheit. Ein höheres Aufsaugen des Wassers wollte ungeachtet aller Bemühungen nicht gelingen, und fand man auch noch keine neue Erklärung, so erkannte man doch, daß es mit dem Abscheu der

Natur vor dem leeren Raum nicht ganz richtig sei und dieser Abscheu in jedem Falle eine Grenze habe. Erst Galilei's berühmtem Schüler Toricelli war es vorbehalten, den Beweis zu führen, daß nur der Druck der Atmosphäre das Wasser bis zur entsprechenden Höhe in die Saugröhre treibe. Es scheint jedoch daß Galilei in dem letzten Jahr seines Lebens, wo dem blinden und fast tauben Greise das Experimentiren unmöglich geworden war, von dieser Wahrheit schon eine Ahnung gehabt und sie seinem Lieblingsschüler mitgetheilt habe.

Im Jahr 1644 füllte Toricelli eine gerade Glasröhre von 36 pariser Zoll Länge, welche an einem Ende zugeschmolzen war, mit Quecksilber, verschloß dann das offene Ende mit dem Finger, kehrte die Röhre um und stellte sie in ein Gefäß mit Quecksilber, unter dessen Oberfläche er nun das zugehaltene Ende losließ. Ein Theil des Quecksilbers floß aus der Röhre in das Gefäß, aber ein noch größerer Theil erhielt sich in der Röhre schwebend: es blieb in der Glasröhre noch eine Quecksilbersäule von nahe 28 pariser Zoll Höhe, und über ihr befand sich ein leerer Raum, vor welchem die Natur nicht den mindesten Abscheu zeigte. Toricelli war bei seinem Versuch von der Ansicht ausgegangen, daß der Druck der Atmosphäre, wenn er im Saugrohr der Pumpe einer Wassersäule von 30½ pariser Fuß Höhe das Gleichgewicht hielt, eine Quecksilbersäule von mindestens 27 pariser Zoll tragen müsse, da das Wasser vom Quecksilber ungefähr 13½mal an Gewicht übertroffen wird. Seine Ansicht wurde bestätigt, und das Maß für die Größe des Luftdrucks war gefunden. Der leere Raum über dem Quecksilber aber wurde dem Erfinder zu Ehren die „Toricellische Leere" genannt.

Da nur gleiche und einander entgegengesetzte Kräfte sich gegenseitig tilgen können, ohne eine Bewegung hervorzubringen, so muß das Gewicht der treibenden Luftmasse dem Gewichte der gehobenen Quecksilber- oder Wassersäule gleich sein. Es ist wie bei einer gleicharmigen Wage; sie kommt nur dann in die rechte Stellung, wenn an beiden Enden gleiche Gewichte hängen.

Denken wir uns auf einer Wagschale die Quecksilbersäule, auf der andern eine gleichstarke Luftsäule; wenn das Gleichgewicht eintreten soll, wird die Quecksilbersäule nicht schwerer sein dürfen, als das Gewicht der auf der andern Wagschale stehenden bis zur Grenze der Atmosphäre reichenden Luftsäule beträgt.

Der Druck der Atmosphäre ist ein gewaltiger. Am Meeresspiegel, wo er am bedeutendsten ist, trägt er ungefähr 27 pariser oder fast 29 Zoll rheinländisch. Nach Wasser gerechnet, wären es 32 pariser oder fast 33' preuß. Fuß. Nun wiegt aber ein Kubikfuß Wasser 66 Pfund; jede Fläche eines Quadratfußes hat danach 2178 Pfund, ein Quadratzoll 15 Pfund zu tragen. Bringt man in Anschlag, daß der Luftdruck in Folge der höheren Lage des Landes etwas niedriger ist, so bleiben doch immer 14 Pfund auf den Quadratzoll. Diesen Druck haben alle in der Luft befindlichen Körper, nicht blos etwa die ebenen Flächen zu ertragen. Wie alle elastischen Flüssigkeiten drückt die Luft in Folge ihrer Spannung nach allen Seiten. Gerade dadurch aber wird der Luftdruck, der Alles zermalmen würde, wenn er ein einseitiger wäre, erträglich. Nur hohle luftleere Körper, welche nicht sehr starke Wände haben, leiden unter demselben und können sogar zertrümmert werden. Hierauf gründet sich das sogenannte Aeroid-Barometer. Eine metallene Kapsel wird luftleer gemacht. Bei starkem Luftdruck wird sie nun bedeutender als bei schwachem zusammengedrückt, denn es leistet keine innere Luft, sondern nur die Elasticität des Metalls den nöthigen Widerstand. Ein an dem Instrument angebrachter Weiser zeigt an einer Gradeintheilung eben so den Druck der Atmosphäre an, wie die Höhe der Quecksilbersäule. Gibt man der Kapsel die Gestalt einer Uhr, so wird man auf Gebirgsreisen sehr bequem und ziemlich sicher sehen, wie hoch man aus einem Thale emporgestiegen ist. Man kann sich leicht das Erstaunen denken, das einen Postillon erfaßte, als ein berühmter Meteorologe mit dieser Uhr in der Hand ihm sagte, wie viel Fuß sie jetzt hinauf- oder hinabgefahren wären.

Wenn man hört, daß ein erwachsener Mensch, dessen Oberfläche zu 14 Quadratfuß geschätzt wird, gegen 30,000 Pfund oder 272 Centner zu tragen habe, und damit die Leichtigkeit zusammenhält, mit welcher wir uns in der Luft bewegen, so kommt uns das leicht verwunderlich vor. Es hat auch nicht an gebildeten und geistreichen Leuten gefehlt, welche die ganze Lehre vom Luftdruck für fabelhaft hielten. Die Schwierigkeiten lösen sich jedoch zunächst dadurch, daß, wie schon gesagt, der Luftdruck ganz gleichmäßig von allen Seiten, also von oben und unten, von vorn und hinten, von der rechten und linken Seite wirkt, weshalb wir auch die Luft nicht tragen oder uns gegen den Druck derselben anstemmen müssen. Aber wenn ein so starker Druck auch ganz gleichförmig und von allen Seiten her gegen den Körper wirkt, so müßte er ja den Körper in sich selbst zusammenpressen und ihn zermalmen! Was aber sollte zermalmt werden? Das Knochengerüst könnte einen noch weit stärkeren Druck aushalten, und die mit Flüssigkeiten und Luft gefüllten Gefäße und Höhlungen des Körpers haben auch nichs zu befürchten, indem die im Körper befindliche Luft von gleicher Dichtigkeit mit der äußeren ist, also durch den Luftdruck nicht weiter zusammengepreßt werden kann, die Flüssigkeiten aber an und für sich schon dichter sind, als die Luft. Der noch übrigbleibende Zweifel, ob nicht die zarten Häutchen und Gewebe, welche die Hüllen der einzelnen Gefäßchen bilden, durch einen so starken Druck Noth leiden müssen, ist ebenfalls leicht zu lösen. Zerreißen können sie nicht, weil der Druck gleichmäßig von beiden Seiten wirkt, und um die Häutchen etwa zu zerquetschen, ist der Druck nicht stark genug; denn da es sich hier nur um kleine Gefäßchen handelt, so kommt auch nur der Druck in Betracht, der auf die kleine Oberfläche derselben wirkt. Der Luftdruck auf eine Quadratlinie z. B. beträgt nur ungefähr 3 1/3 Loth.

Der Gegendruck von innen nach außen wird sogleich sichtbar und dadurch die Kraft des äußern Druckes erwiesen, wenn man den letzteren aufhebt. Wird ein Thier unter eine Glasglocke gebracht und in dieser die Luft verdünnt, so schwillt der

Körper des Thieres allmählich auf, und bei hinreichender Verdünnung der Luft tritt wegen der Zerreißung der Gefäße sogar der Tod ein. Das Vorhandensein des Luftdrucks, obgleich wir ihn nicht fühlen, können wir auch an uns selbst erproben, sobald wir ihn mit Hilfe eines Schröpfkopfes von irgend einer Stelle des Körpers wegnehmen, wobei dann der Inhalt der Gefäßchen sich auszudehnen sucht. Allbekannt, — von den Nacherzählern auch übertrieben — ist die Erfahrung, welche Reisende auf sehr hohen Bergen, wo der Luftdruck viel geringer ist, in dieser Beziehung machten. Uebrigens kommen wohl nur der Druck in den Ohren, Augen und Lippen, der bis zum Hervortreiben von Blut sich steigerte, auf Rechnung der hier besprochenen Erscheinung. Es scheint vielmehr nach neueren Beobachtungen eine wirkliche Bergkrankheit zu geben, von welcher die angegebenen Zufälle nur einen Theil bilden. Ich denke an seinem Orte etwas Weiteres darüber mitzutheilen.

Sehr wichtig ist der Luftdruck für den Haushalt des menschlichen Körpers. Wenn man auf einem Beine steht und das andere nur so viel krümmt, daß es hängt, ohne den Boden zu berühren, so kann man mit ungemein geringer Muskelanstrengung das hängende Bein hin- und herschwingen lassen. Während das Bein in solcher Weise schwingt, sind die Muskeln, welche das Becken mit dem Schenkelbeine verbinden, ganz schlaff, und daraus wie, aus speciellen Versuchen, geht hervor, daß nicht diese Muskeln es sind, welche das schwebende Bein tragen. Der Schenkelkopf wird nämlich in der luftdicht schließenden Pfanne durch den Druck der atmosphärischen Luft zurückgehalten, oder das Gewicht des Beines von dem Drucke, den die atmosphärische Luft auf dasselbe von unten nach oben ausübt, schwebend erhalten; man bedarf also keinerlei Kraftanstrengung, um während des Gehens das eben nicht auf dem Boden stehende Bein zu tragen, obgleich das Gewicht desselben nicht unbedeutend ist. In derselben Weise, wie die Beine, werden auch die Arme durch den Luftdruck getragen. Alle Reisenden, welche sehr hohe

Gebirge erstiegen und Wanderungen auf denselben gemacht haben, erzählen, daß man auf bedeutenden Höhen eine, keineswegs vom langen Gehen herrührende, auffallende Müdigkeit verspüre, welche oft den Wanderer nöthigt, sich niederzusetzen und auszuruhen. Diese Müdigkeit erklärt sich nun, wenn nicht ganz, so doch theilweise, durch die bedeutende Verminderung des Luftdruckes. Das Gefühl der Freiheit und Leichtigkeit, mit welchem eine Wanderung über die Alpenwiesen oder die breiten Hochflächen des Riesengebirges z. B. uns erfüllt, ist kein Widerspruch dagegen; sie liegen noch nicht hoch genug, um schon in unbehaglich dünne Luft hineinzuragen, und deßhalb erhält die Wirkung ihrer Reinheit und Frische das Uebergewicht.

Nachdem wir die wichtigsten Folgerungen aus dem Toricelli'schen Versuch betrachtet haben, wenden wir uns dem Instrument selbst und seiner späteren Anwendung wieder zu. Man bemerkte sehr bald, daß die Quecksilberhöhe in der Toricelli'schen Röhre Veränderungen unterworfen, der Atmosphärendruck also nicht immer derselbe sei. Die Wichtigkeit, welche sie dadurch für die Naturkunde erhielt, führte nach und nach aber auf allerlei neue Einrichtungen daran. Um die Tragbarkeit der Vorrichtung zu erhöhen, ließ man das untergestellte Gefäß ganz weg und bog das offene Ende der Röhre in Form eines Hufeisens so in die Höhe, daß die Oeffnung aufwärts gerichtet war. Unter gewöhnlichen Verhältnissen würde eine Flüssigkeit, die in dem langen Schenkel einer umgebogenen Röhre hoch, in dem kurzen aber bis zur Oeffnung stände, aus dem langen Schenkel in den kurzen überströmen und aus dem letztern so lange ausfließen, bis beide Oberflächen in einer wagerechten Linie lägen. Darum gilt auch in dem langen Schenkel nicht die ganze Säule, sondern nur der über die Quecksilberfläche des kurzen Schenkels sich erhebende Theil als von der Luft getragen. In dieser Gestalt erhielt die Toricelli'sche Röhre den Namen Barometer (Luftdruckmesser).

Bei der ursprünglichen Art ist der kürzere Schenkel birnförmig erweitert, nimmt also eine große Menge Quecksilber auf, und der Stand desselben wird durch die gewöhnlich blos ein paar Zoll betragende Schwankung der langen Säule nur wenig geändert. Man nennt ein solches Instrument Gefäßbarometer und versieht es mit einer festen Scala. Wenn das kurze offene Gefäß eine genügende Weite hat, so entsteht in der That dadurch nur ein kleiner Fehler. Ist es etwa 10 oder 12 mal so weit als die Röhre, so wird das Quecksilber im Gefäße, wenn es in der Röhre um einen Zoll steigt oder fällt, nur um $^1/_{100}$ oder $^1/_{120}$ Zoll fallen oder steigen.

Will man aber ganz genaue Resultate, so wendet man das Heberbarometer an. Bei diesem hat der kurze Schenkel dieselbe Weite wie der lange; auch hat er, wenn er auf Reisen gebraucht werden soll, nur eine kleine Oeffnung, so daß zwar die Luft ihren Druck üben, das Quecksilber aber nicht herausfließen kann. Mit dem Steigen und Fallen der langen Säule verändert hier natürlich die kurze ihre Höhe, und zwar im umgekehrten Sinne, in gleichem Maße. Nun ist aber die eigentliche Barometerhöhe nur der über die Fläche der kurzen Säule hinausragende Theil. Deshalb werden entweder beide Schenkel mit einer Scala versehen, oder man bringt eine Scala zwischen beiden Schenkeln verschiebbar an und muß dann bei jeder Beobachtung den Nullpunkt der Scala, welche gewöhnlich pariser Zolle und Bruchtheile derselben zeigt (1 Zoll = 12 Linien), mit der Quecksilberfläche im kürzeren Schenkel in eine Horizontalebene stellen.

Benutzt man das Heberbarometer zur Höhenmessung, so ist nicht blos eine Bestimmung nach Linien, sondern auch nach 10tel oder 100tel Linien nöthig, da ein geringer Bruchtheil einer Linie schon viele Fuß Höheunterschied bedeuten kann. Um die Unterabtheilungen aber nicht allzusehr vervielfältigen zu müssen und doch sehr kleine Bruchtheile eines Zolles angeben zu können, sind die Scalen gewöhnlich mit einer sehr sinnreichen Vorrichtung versehen, welche „Vernier"

oder „Nonius" genannt und zur Erkennung der kleinen Maße meistens mit einer Loupe in Verbindung gebracht wird. Dieser Nonius, welcher den Zeiger trägt, ist eine zweite, an der Scala anliegende und verschiebbare Messing- oder Stahlplatte, auf welcher die Länge eines Zolles der Scala in 11 oder 9 gleiche Theile getheilt ist, wenn derselbe auf der Scala selbst 10 Unterabtheilungen enthält. Im ersteren Falle beträgt offenbar ein solcher Theil des Nonius $^1/_{11}$ eines Zolles, oder $^{10}/_{11}$ von einer Unterabtheilung der Scala und ist also um $^1/_{11}{}^0$ kleiner, — im zweiten Falle aber $^1/_9$ eines Zolles oder $^{10}/_9$ eine Unterabtheilung der Scala, und ist demnach um $^1/_9{}^0$ größer als jene. Der Gebrauch ist durch den ersten Anblick der Vorrichtung deutlich; er setzt den Beobachter in den Stand $^1/_{11}{}^0$ oder $^1/_9{}^0$ eines Zolles abzulesen.

Aber auch die sorgfältigste Messung der Quecksilberhöhe genügt noch nicht. Wenn die Quecksilbersäule im Barometer erwärmt wird, so verlängert sie sich, selbst wenn der Luftdruck sich nicht geändert hat. Um nun Vergleichungen möglich zu machen, ohne daß die Wärme einen Irrthum hineinbringt, berechnet man, falls man genau gehen will, wie hoch die Quecksilbersäule, die bei einer gewissen Wärme länger, bei einer gewissen Kälte (von 1° Wärme an) kürzer war, bei einer Temperatur von 0° R. gestanden haben würde. Zu diesem Zwecke wird am Barometer zugleich ein Thermometer angebracht, durch welches man die Temperatur des Quecksilbers erfährt. Für jeden Grad Réaumur vergrößert sich die Quecksilbersäule um $^1/_{6937}$ ihrer Länge. Zur Abkürzung der Rechnung hat man sogenannte Reductionstafeln entworfen, die für jeden Barometerstand und jeden Wärmegrad angeben, wie viel man von der Quecksilberhöhe abziehen oder wie viel man zuthun muß, um die wahre bei 0° R. zu erhalten. —

Noch immer ist der wahre Betrag des Luftdruckes nicht ganz sicher. In engen Röhren, deren Durchmesser nur 2 oder 1 Linie beträgt, steht nämlich das Quecksilber um $^3/_4$ bis

$1\frac{1}{2}$ Linien und mehr zu niedrig. Je weiter allerdings die Röhre, desto unbeträchtlicher ist die sogenannte Capillardepression, aber man erkennt sie doch an der gewölbten Fläche des Quecksilbers. Bei Gefäßbarometern bedarf es deshalb eines Zusatzes, der indessen leicht zu finden, weil er für ein bestimmtes Instrument immer derselbe ist. Bei Heberbarometern, deren Schenkel gleiche Weite haben, ist auch die Capillardepression dieselbe und hebt sich also auf. Es genügt darum, wenn man den Barometerstand nach dem höchsten Punkte der gewölbten Flächen bestimmt. Um die kleinen Stockungen nicht als Resultat zu bekommen, die das Quecksilber in seinem Steigen und Fallen zu erhalten scheint, erschüttert man das Barometer vor jeder Beobachtung gern etwas mit der Hand. Falls das Instrument ganz senkrecht hängt, wird dann die Quecksilbersäule mittelst stets abnehmender Schwankungeu ihre für diese Minute wahre Länge erhalten.

Das Barometer wird zu mancherlei Zwecken gebraucht, die aber alle damit zusammenhängen, den Druck der über ihm befindlichen Luftsäule kennen zu lernen. Bald schließt man daraus auf die Höhe, in der man sich befindet, bald auf die Witterungsverhältnisse, die mit dem Zustande der Spannung, den die Atmosphäre hat, im Zusammenhange stehen. In dem einen Falle ist es ein Höhenmesser, in dem andern ein Wetterglas.

Die Anwendung des Barometers zur Höhenmessung gründet sich auf das vom Engländer Boyle 1660 aufgefundene nnd bald nachher von Mariotte in Frankreich bestätigte sogenannte Mariotte'sche Gesetz, daß die Elasticität der Luft sich wie ihre Dichtigkeit, und diese wie die zusammendrückende Kraft verhält. Mit andern Worten: Der Raum, welchen eine bestimmte Luftmenge einnimmt, vergrößert oder verkleinert sich in demselben Maße, in welchem der auf sie ausgeübte Druck abnimmt oder zunimmt, und mit dem Raum steht die Spannung im umgekehrten Verhältniß. Die fran-

zösischen Physiker Arago und Dulong haben nachgewiesen, daß dieses Gesetz noch richtig ist von einer 112maligen Verdünnung der Luft bis zu einer 30fachen Verdichtung, also noch weit über die Aenderungen der Dichtigkeit hinaus, die in dem uns zugänglichen Bereich der Atmosphäre vorkommen. Für jede Luftschicht bestehen die drückenden Kräfte aus den darüber stehenden Luftschichten, der Druck nimmt also nach oben ab, und zwar in stärkerem Verhältniß, als die Höhe, in der man sich befindet. Bei 0° Wärme und bei einem Barometerstande von 28 par. Zoll ist die Luft ungefähr 10500 mal leichter als das Quecksilber, deshalb wird man um 10500 Linien oder ungefähr 73 Fuß steigen, damit das Quecksilber im Barometer um eine Linie fällt. Nun aber ist man schon in einem dünneren Luftraum, der Druck ist geringer, und selbst wenn die Temperatur dieselbe bleibt, muß man um etwas mehr als 73 Fuß steigen, soll das Quecksilber wieder einige Linien fallen. Es ist wie bei einer aufrecht stehenden Springfeder, wo jede folgende obere Windung eine etwas größere Entfernung von der vorhergehenden hat. Ist man in eine Höhe gelangt, in welcher das Barometer auf 14 Zoll steht, die Dichtigkeit der Luft also nur noch halb so groß ist, so wird man (bei angenommener gleicher Temperatur) offenbar um 2 mal 73 oder 146 Fuß steigen müssen, damit das Barometer um eine Linie fällt.

Die Frage, wie viel Fuß man steigen müsse, bis das Barometer um eine Linie gefallen sei, läßt sich also gar nicht so einfach beantworten. Für jeden andern Barometerstand und für jede andere Temperatur ist auch die Antwort eine andere. Der Unterschied steigt fortwährend mit der Höhe, aber er ist etwas kleiner bei niedriger, etwas größer bei hoher Temperatur. Man berechnet darum Alles nach 0° R. Nehmen wir an, — was freilich niemals geschieht, — es sei an einem bestimmten Tage die Atmosphäre der ganzen Erde auf dem Nullpunkte und zwar ebensowohl in den tiefsten

Thälern, als auf den höchsten Bergspitzen, so würden die Barometer ungefähr folgenden Stand haben:

28	par. Zoll	auf dem Meeresspiegel,	oder in der Höhe von	0	Fuß
27	" "	in der Stadt Annaberg (879)	" " " " "	890	"
26	" "	in Marienbad (1863).	" " " " "	1820	"
25	par. Zoll	auf dem Ochsenkopf (2744) im Erzgebirge,	oder in der Höhe von	2790	Fuß.
24	" "	auf dem Brocken (3633), oder in der	" "	3790	"
23	" "	" der Schneekoppe (4950),	" " " " "	4840	"
22	" "	" d. Grimselhospiz (5777),	" " " " "	5930	"
21	" "	in Mexiko (7000),	" " " " "	7070	"
20	" "	a. d. St. Berndhardhospiz (7700), o. i. d.	" "	8270	"
19	" "	auf dem Watzmann (9058), oder in der	" "	9530	"
18	" "	" " Aetna (11000),	" " " " "	10860	"
17	" "	" der Jungfrau (12870), o.	" " " "	12270	"
16	" "	a. d. Finsteraarhorn (13218), oder	" " " "	13760	"
15	" "	auf dem Montblanc (14892),	" " " " "	15350	"
14	" "	auf dem Ararat (17000),	" " " " "	17050	"

Dieses kleine Verzeichniß zeigt hinlänglich, wie für jeden folgenden Zoll die Steigung wächst, zuerst 890, dann 930, darauf 970 Fuß u. s. w.; höher, als hier angegeben, sind nur wenige Messungen gemacht worden. Auf dem Chimborasso, 20,800 Fuß, würde der Barometerstand 12 Zoll, auf dem Dhawalagiri, 25,000 Fuß, nur 10 Zoll betragen.

Bei weitem die meisten bewohnten Gegenden von Deutschland liegen unter 3000 Fuß Erhöhung über der Meeresfläche, und der mittlere Barometerstand erniedrigt sich daher nur in wenigen deutschen Gegenden bis 25 pariser Zoll. Das folgende Täfelchen wird darum hinreichen, benachbarte Höhen mittelst zweier gleichzeitiger Barometerbeobachtungen, die man auf gleiche Temperaturberechnet, zu bestimmen.

Bei einem Barometerstand von	Pariser Fuße, welche einer Erniedrigung des Barometers von 1 par. Linie entsprechen.					
	bei +0° R.	bei +5° R.	bei +10° R.	bei +15° R.	bei +20° R.	bei +25° R.
28 Z. 0 L. bis 27 Z. 6 L.	73,6	75,6	77,5	79,3	81,1	83,0
27 „ 6 „ „ 27 „ 0 „	75,1	77,0	78,8	80,7	82,6	84,5
27 „ 0 „ „ 26 „ 6 „	76,5	78,4	80,3	82,3	84,2	86,1
26 „ 6 „ „ 26 „ 0 „	78,0	79,9	81,8	83,8	85,8	87,7
26 „ 0 „ „ 25 „ 6 „	79,5	81,4	83,4	85,4	87,4	89,4
25 „ 6 „ „ 25 „ 0 „	81,0	83,1	85,1	87,1	89,2	91,2

Man kann, wie eben angedeutet worden, die Meereshöhe nicht unmittelbar bestimmen, sondern mit Verlässigkeit nur die Erhebung eines Punktes über einen andern nicht allzufern liegenden, auf welchem ein zweiter Beobachter um die nämliche Zeit und mit gut übereinstimmenden Instrumenten beobachtet. Allein man kommt hier durch fortgesetzte Bestimmungen der Höhenunterschiede endlich an einem Punkt an, dessen Meereshöhe bereits mit voller Sicherheit bekannt ist, oder an der Meeresfläche selbst. Die barometische Höhenmessung kann auf vielen Punkten angewendet werden, wo eine mathematische Messung zu schwierig oder zeitraubend sein würde. Indessen ist sie vielen Irrthümern unterworfen, wenn nicht alle Verhältnisse der Wärme, des Windes und der Feuchtigkeit, welche beständige Schwankungen im Luftmeer hervorbringen, in Rechnung gezogen werden. So wurde z. B. früher die große Einsenkung am caspischen Meer viel zu tief angegeben. Der russische Reisende Pallas hatte den Spiegel des caspischen Meeres auf 300 Fuß tiefer geschätzt, als die Fläche des Oceans; barometische Messungen hatten dies scheinbar bestätigt. A. v. Humboldt zweifelte, ob die Landeinsenkung in der That so beträchtlich sein sollte. Durch mathematische Messungen wurde denn auch gefunden, daß sie zwar bedeutend genug ist, aber doch nicht 300, sondern nur 77 — 78 Fuß beträgt. Auffallend groß muß das Sinken des Barometers sein, wenn man aus dem Jordanthale

oder vom Ufer des todten Meeres nach den Höhen von Jerusalem hinaufgeht. Schon der See Tiberias liegt 600 Fuß unter dem Spiegel des nicht weit entfernten Mittelmeeres. Die Rinne des Jordans liegt in einer tiefen Erdspalte und hat ein bedeutendes Gefäll. Der Spiegel des todten Meeres befindet sich gar 1231 oder 1235 Fuß unter der Fläche des Oceans. Die ganze Gegend bildet also einen Abgrund des Luftmeeres, und wenn die Wärme hier auf 0° R. herabsänke, würde das Barometer um 1½ Zoll höher stehen, als an der Meeresfläche, also auf 29½ par. Zoll. Das benachbarte Jerusalem liegt aber 2449 Fuß über dem mittelländischen Meere, also 3684 Fuß über den Ufern des Salzsees von Sodom und Gomorra; bei einer Reise von hier nach Jerusalem wird demnach das Barometer, auf den Nullpunkt berechnet, von 29½ bis wenigstens 25½ Zoll herabsinken. — So viel von der Anwendung des Barometers als Höhemesser. —

Das Barometer ist aber auch ein Wetterglas. Wenn das Luftmeer über einem Lande bedeutend erwärmt wird, so steigt die Luft auf, ein Theil fließt ab, der Druck wird geringer und das Quecksilber sinkt. Die Jahres- und Tageszeiten bringen Schwankungen hervor, die eine gewisse Regelmäßigkeit zeigen. Zugleich aber wirkt auch der in der Luft enthaltene Wasserdampf. Seine Ab- und Zunahme hat ebenfalls Einfluß auf das Barometer, und so sehen wir dasselbe bald über seiner mittleren Höhe, bald unter derselben. Die südlichen und westlichen Winde führen uns in unseren Gegenden in der Regel feuchte und warme, also leichtere Luft zu; darum steht während derselben und schon bei ihrem Eintritt von oben her das Barometer niedriger. Nördliche und östliche Winde, welche uns meist trockene uud kalte, also schwerere Luft bringen, verursachen dagegen ein Steigen des Quecksilbers. Feuchte Luft bringt Regen, trockene Luft heiteres Wetter, die Verkürzung oder Verlängerung der gehobenen Quecksilbersäule zeigt also die gegenwärtige oder nahe bevorstehende Witterung an. Diese Beobachtung wurde schon zeitig gemacht, und der Gebrauch der

Barometer als Wettergläser hat sich wunderbar schnell verbreitet. Es war nicht einmal nöthig, das Barometer im Freien anzubringen; man konnte es, weil sich der Luftdruck in horizontaler Richtung gleichmäßig fortpflanzt und darum in allen nicht gerade luftdicht verschlossenen Räumen ziemlich derselbe bleibt, sogar im Zimmer aufhängen und sich dort über die bevorstehenden Veränderungen des Luftkreises unterrichten. Da man aber den Zusammenhang von Ursache und Wirkung nicht verstand, die vielen großen und kleinen Bewegungen des Luftmeeres in ihrer Verkettung noch nicht kannte, so verlangte man oft von seinem Wetterglase zu viel, ja es sollte nicht blos Regen und Sturm, sondern auch Erdbeben ankündigen, obwohl letztere mit dem Luftraum wenig zu schaffen haben. So entstanden Klagen über die Unzuverlässigkeit des Barometers, wiewohl mit Unrecht; denn es ist eins der empfindlichsten Instrumente, so empfindlich, daß wir zuweilen die Wirkung sehen, ohne die Ursache zu bemerken. Ohne die Kenntniß über das Walten von Wärme, Wind und Wasserdampf auf der Oberfläche der Erde ist ein rechtes Verständniß des Barometers nicht möglich. Wir wenden uns darum jetzt dem wässerigen Bestandtheil der Atmosphäre zu, nachdem wir uns über Ausdehnung, Dichtigkeit und Druck der letztern unterrichtet haben. Wir haben die Atmosphäre als Luftkreis kennen gelernt und müssen sie nun auch als Dunst- oder Dampfkreis betrachten, um ein vollständiges Bild derselben zu erhalten.

Viertes Kapitel.

Der Wasserdampf in der Atmosphäre.

Es geschieht in unseren Gegenden nur höchst selten, daß uns die Luft sehr trocken vorkommt, und noch nirgends auf der Erde hat man vollkommen trockene Luft gefunden. Zwar erscheint sie uns zuweilen sehr dürr, und Reisende, welche durch die regenlosen Striche des südlichen Amerika wanderten, klagen darüber, daß dort die Sonne, indem sie auf die von der trocknen Luft ausgedörrte Haut brennt, die entblößten Körpertheile vollkommen versengt und die Haut von Gesicht und Händen förmlich abschält. Aber selbst dann noch ist die Luft nicht ganz ohne Feuchtigkeit. Der Wasserdampf ist also ein beständiger, wenn auch in seiner Menge schwankender Bestandtheil der Atmosphäre.

Daß die Luft beständig Wasser enthält, ist leicht nachzuweisen. Stellt man concentrirte Schwefelsäure in einem offenen Gefäße hin, so sieht man nach und nach die Flüssigkeit zunehmen und vielleicht bis zum Ueberfließen steigen. Sie nimmt nämlich Wasserdampf aus der Luft auf, und dies in solchem Maße, daß das Wasser das 15fache des eigenen Gewichtes betragen kann. Trockenes Kochsalz wird oft nach und nach sehr feucht; Pottasche zerfließt, Locken und gekräuselte Haare fühlen sich nach manchem Spaziergange oder in einem Zimmer, das nicht ganz trocken ist, nicht nur feucht an, sondern werden auch lang und schlaff. Im November geschieht es oft, daß die Kleider sich naß anfühlen, ohne daß man einen Regen bemerkte.

Offenbar ist der Wassergehalt der Luft aber bewiesen, wenn man ein kaltes Metallgefäß oder ein Glas in ein Zimmer bringt. Es beschlägt sich mit einem trüben Dunst, den man beim Abwischen als wirkliches Wasser erkennt.

In welcher Weise indessen das Wasser in der Luft enthalten sei, war lange zweifelhaft. Es wird oft sichtbar als Nebel oder Wolke oder stürzt in der Gestalt von Regen, Schnee, Graupen oder Hagel in großer Menge herunter. Wie ist es aber mit ihm bestellt, wenn man es nicht sieht? Der berühmte Naturforscher De Luc, der sich viel mit diesen Gegenständen beschäftigte, bestieg auf seinen wissenschaftlichen Reisen öfter Berge im Harz, am Rhein und in der Schweiz. Beim Besteigen sehr hoher Berge fiel mehrmals der Knopf von seinem Stocke los, und wenn er ihn mit feuchtem Papier wieder befestigte, so ward er doch bald von Neuem locker. Mit Recht schloß er daraus, die Luft da oben müsse verhältnißmäßig sehr trocken sein. Wie war nun aber der heftige Regenguß zu erklären, der bald darauf folgte? Wir wissen jetzt, daß auch bei trockener Luft ein Regen entstehen kann, wenn der Wind große Mengen von Wasserdampf bringt, oder über uns eine feuchtere Luftschicht schwebt. De Luc schloß jedoch, es müsse sich Luft in Wasser verwandeln können, eine Meinung, die zwar bekämpft, aber durch den geistreichen Lichtenberg mit großem Scharfsinn vertheidigt wurde, so daß sie sich lange erhielt. Daher hatte De Luc eine große Freude, als später die Zusammensetzung des Wassers aus Wasserstoff und Sauerstoff entdeckt wurde. Wie ein luftförmiger Stoff in dem andern bestehen könne, haben die scharfsinnigen Untersuchungen Dalton's gezeigt. Betrachten wir jetzt aber die Eigenschaften des Wasserdampfes im Einzelnen.

Nicht blos beim Wasser sind dreierlei Formen desselben: Eis, Wasser und Dampf, zu unterscheiden; auch viele andere Stoffe zeigen diese Verschiedenheiten, nur unter andern Verhältnissen. Unter Einwirkung einer großen Kälte oder eines heftigen Druckes können mehrere Gase in eine Flüssigkeit oder in einen dem Eis oder Schnee ähnlichen Körper verwandelt

werden. Allbekannt ist die Entstehung des Wasserdampfes durch das Sieden. Durch starke Erhitzung des Wassers wird es zuletzt so ausgedehnt, daß einzelne Theile sich in luftartige Blasen verwandeln, emporsteigen und in den Luftraum eindringen, wo sie unsichtbar werden. Wird die Erhitzung fortgesetzt (sie braucht dabei nicht gesteigert zu werden), so entleert sich allmählich das ganze Gefäß. Nun leuchtet ein, daß die Entstehung des Dampfes nicht anders, als durch Ueberwindung eines großen Druckes erfolgen kann, da die über dem Wasser stehende Luftsäule mit ihrem ganzen Gewicht auf der Oberfläche lastet. Dieser Druck beträgt, wie wir gesehen haben, 15 Pfund auf einen Quadratzoll! Wäre er schwächer, so würde das Wasser schon bei einer geringeren Erhitzung sieden und verdampfen; wäre er größer, so müßte die Hitze noch gesteigert werden. In einem Raume, dessen Luft bedeutend verdünnt worden ist, also auch auf das Wasser nur einen geringen Druck ausübt, siedet darum das Wasser nicht erst bei der gewöhnlichen Siedehitze von 80° R., sondern schon bei einer sehr mäßigen Wärme. Ein doppelt so großer Luftdruck dagegen, als der gewöhnliche im freien Raume, erfordert 96° R., ehe er das Wasser in Dampf übergehen läßt. Auf hohen Bergen wird demnach das Wasser eher sieden, als in der Ebene; man braucht dazu auf jenen nicht so viel Holz zu verbrennen, als in dieser, kann aber dafür auch manche Speisen nicht gar kochen. So wird z. B. in dem Hospiz auf dem St. Bernhard ni einer Höhe von 7700 Fuß in offenen Gefäßen Rindfleisch nicht mehr weich und gar, weil in dieser Höhe der Luftdruck nur ungefähr 20 — 21 par. Zoll beträgt und daher das Wasser schon bei $73,_6$ ° R. siedet. Ein größere als Siedehitze aber kann man offenstehendem Wasser nicht geben; ein höherer Hitzegrad theilt sich dann weder dem Wasser noch dem Dampfe mit, nur die Schnelligkeit der Dampfbildung wird vergrößert.

Da man aus der Siedehitze auf den Luftdruck, und aus diesem auf die Höhe, in der man sich befindet, schließen kann, so ist sie zuweilen zur Höhenmessung benützt worden. Indessen ist diese Messung ungenau. Zu andern Zwecken machten Hum-

boldt und Bonpland derartige Versuche bei einer Besteigung des Vulkans Pichincha auf dem Hochlande von Quito. Der kleine Vorfall ist interessant. Als der Apparat eben aufgestellt war, entdeckten die Reisenden mit Bedauern, daß der Indianer, welcher das gewöhnliche Feuerzeug trug, die Anhöhe noch nicht erreicht hatte. Glücklicherweise war heller Sonnenschein. Wissend, daß eine wollige, von ihnen zuerst beschriebene Alpenpflanze (Culcitium rufescens), eine Pflanze, die erst in der Höhe von 13500 Fuß zu wachsen anfängt, stets trockene Materie darbietet, schroben sie das Objectiv aus einem großen Dolland'schen Fernrohr ab und zündeten die Blattwolle der Pflanze, die sich mit der Oberhaut wie ein Handschuh abziehen läßt, durch die Sonnenstrahlen an. So erhielten sie ein kleines Feuer; das Gefäß, mit Schneewasser gefüllt, gab den Siedepunkt auf etwas unter 69° R. an, während das Barometer in der Nähe, auf den Nullpunkt berechnet, etwas über 16 Zoll 4 Linien zeigte.

Der Dampf ist unsichtbar, und um in den Bezeichnungen ganz scharf und sicher zu sein, dürfen wir ihn durchaus nicht mit Dunst, Nebel oder Wolke verwechseln. Wenn ein Kübel heißen Wassers in kalte Luft gestellt wird, so ist der darüber schwebende Broden oder Schwaden kein Dampf, sondern eine innige Mischung von Luft und Wasser; es ist Wasser im Uebergange zu seiner vorherigen Form, die aber nicht erreicht wird, weil es sich zerstreut. Noch deutlicher wird es sein, wenn wir an einen Kessel mit siedendem Wasser treten und nun Acht geben, wenn das Ventil geöffnet wird. Das verflüchtigte, luftförmig gewordene Wasser strömt in die Höhe; allein ein paar Zoll über dem Ventil sehen wir gar nichts, die Luft wird erst etwas weiter oben von einer weißen Wolke erfüllt. Wo wir nichts erblicken, da ist der wirkliche Wasserdampf; oben aber, wo er sich abkühlt, bildet er den sogenannten Bläschendampf, den Uebergang zur tropfbaren Form des Wassers.

Die Klarheit des Dampfes wird uns nicht Wunder nehmen, wenn wir wissen, daß er 1700mal so dünn und so leicht ist, als das Wasser, so daß also ein Kubikfuß siedenden Wassers nach

seiner Verdampfung den Raum von 1700 Kubikfuß einnehmen wird. Er ist noch leichter und dünner als Luft, denn diese ist bei 0° R. 770mal so schwer als Wasser und bei der Siedehitze 1050mal. Aber der Unterschied der Dichtigkeit von Luft und Wasserdampf (wie 8 zu 5) verursacht gleichwohl keine Veränderung in der Durchsichtigkeit, wenn Luft und Wasserdampf sich mischen. So lange der Dampf nicht zu Nebelbläschen wird, bleibt die Atmosphäre vollkommen durchsichtig. Der Dampf hat nämlich, wie Arago und Biot nachgewiesen, ungefähr dieselbe lichtablenkende Kraft wie die Luft. Jederman kennt dieses Verhältniß bei Eis und Wasser. Weil beide das Licht auf ziemlich gleiche Art brechen, so ist ein Stück reines Eis, das im Wasser schwimmt, kaum von dem letzteren zu unterscheiden. Weißes Papier wird fast durchsichtig, wenn man es mit Oel befeuchtet; indem nämlich das Oel sich in Beziehung auf das Licht gleichartiger mit der Papierfaser verhält, als die Luft zwischen den Fasern, verschwindet das Weiß und das Papier, wird für das Licht leichter durchdringlich. Noch auffallender ist die Erscheinung, wenn man Kreide in Kanadabalsam legt und nun bemerkt, wie beide Gegenstände fast dieselbe Durchsichtigkeit erhalten. Der Dampf ändert also die Durchsichtigkeit der Luft nicht merklich ab. Anders jedoch ist es, wenn er sich verdichtet und in der Form von Nebel oder Wolke dem Wasser ähnlicher wird. Dann verhalten sich Luft und Dampf ähnlich wie ein gesprungener Glastropfen, zerstoßenes Eis, eine Lage Schnee oder schäumendes Wasser. Alle diese Gegenstände erscheinen mehr oder weniger weiß, weil das Licht in ihnen wegen der Mengung aus zwei verschiedenen Stoffen (Glasstäubchen, Eisstückchen, Schneekrystalle oder Wasserbläschen mit Luft) eine vielfältige Ablenkung oder Brechung erleidet und darum wie von einer rauhen Fläche zurückgestrahlt wird. Bei dem Schaum in einem Bache kann man mit blosen Augen die kleinen hohlen Kügelchen, die aus Wasser bestehen und mit Luft gefüllt sind, leicht erkennen. Jedes Bläschen für sich würde hell erscheinen, in der Menge aber sind sie weiß. Mit den aus dem Dampf ent-

stehenden Bläschen ist es ebenso; je weißer eine Wolke, desto dichter oder undurchsichtiger ist sie, weshalb sie auch einen sehr merklichen Schatten wirft. Nun hat zwar noch Niemand die Nebel- oder Wolkenbläschen als solche gesehen, da man nicht unmittelbar beobachten kann, ob sie nicht vielleicht gefüllt, also kleine Tröpfchen sind. Doch ist das Letztere unwahrscheinlich, weil sie sonst sternartig funkeln, nicht so leicht schweben und überdies bei richtiger Wolkenstellung immer einen Regenbogen bilden würden. Wenn man eine Tasse mit heißem schwarzem Kaffee in die Sonne oder sonst an einen hellen Ort stellt, so bemerkt man, falls die Luft ganz ruhig ist, wie eine Nebelmasse in die Höhe steigt, welche nach einiger Zeit verschwindet. Betrachtet man die Nebelmasse durch ein Vergrößerungsglas, so sieht man ungleich große Kügelchen sehr schnell aus der Flüssigkeit hervortreten. Die feinsten erheben sich äußerst schnell und streichen geschwind durch das Feld des Glases, während die größern auf die Oberfläche der Flüssigkeit zurückfallen und darauf rollen. Saussure bemerkt, das Ansehen der feineren Kügelchen sei so sehr von dem der auf die Flüssigkeit fallenden Tropfen verschieden, daß man nicht daran zweifeln könne, jene wären hohl. Das sichtbare Hervortreten der Bläschen scheint der vorhergehenden Angabe über den durchsichtigen Dampf, der aus dem Ventil eines Kessels steigt, zu widersprechen. Indessen muß der Dampf eines siedenden Kessels viel mehr gelöst sein, als der über einer Tasse, der augenblicklich in kältere Luft eintritt. Ueberdies steht die ganze Lehre von den Nebelbläschen noch nicht auf sicheren Füßen. Aus einigen Lichterscheinungen, welche sich zeigen, wenn die Sonne durch Wolken oder Nebel hindurchscheint, hat man geschlossen, daß die kleinen Körper im Allgemeinen kaum einen Durchmesser von $^1/_{1000}$ Zoll besitzen und im Winter oder bei herannahendem Regen größer sind als im Sommer oder bei anhaltend schönem Wetter. Diese Angaben über den Mittelzustand des Wassers zwischen Dampf und Tropfen stimmen denn auch mit den übrigen Erscheinungen überein. Es genüge

uns jedoch, daß wir den Unterschied zwischen Dampf und sichtbar gewordener Luftfeuchtigkeit festhalten.

In der Natur finden wir nicht die künstliche Dampfbildung durch Kochen oder Sieden, sondern die Verdunstung. Während die Verdampfung nur bei Siedehitze erfolgt, geschieht die Verdunstung unter allen Wärmegraden. Dort geht die Dampfbildung plötzlich aus dem Innern, hier aber allmählich von der Oberfläche vor sich.

Es scheint wunderlich, daß sich auch bei niedriger Temperatur Dampf entwickeln könne; man vermag sich aber leicht davon zu überzeugen. Legt man im Winter ein Stück Eis auf eine Wagschale, so wird sein Gewicht nach und nach kleiner. Gefrorne Wäsche würde ohne die Verdunstung in ihrem Zustande bleiben bis zum nächsten Thauwetter; sie wird aber selbst bei großer Kälte nach und nach vollständig trocken. Der Schnee würde in manchen Gebirgstheilen zu ungeheuerlichen Massen anwachsen, wenn nicht die Verdunstung fortwährend an ihm zehrte. Bei höherer Wärme nimmt allerdings diese bedeutend zu; sie geht in's Kochen über, wenn das Wasser die Siedehitze erreicht. Bei dem Sieden muß der Druck der Atmosphäre überwunden werden, damit die kleine von einer Wasserblase umgebene Dampfmenge heraufsteigen kann. Bei der Verdunstung an der Oberfläche jedoch ist keine solche treibende Kraft vorhanden. Wie geht es aber zu, daß die Atmosphäre, die mit so großer Gewalt auf die Fläche der Gewässer drückt, doch mit nicht minder großer Nachgiebigkeit Dampf aus diesen emporsteigen läßt? Die Erscheinung ist auf den ersten Anblick in der That seltsam, und noch Saussure glaubte deshalb an die auflösende Kraft der Luft. Man stellte sich vor, die Luft löse das Wasser auf, wie etwa das Wasser die Salze auflöst. Dies ist jedoch nicht möglich, da die Verdunstung auch im luftleeren Raume und hier sogar noch schneller stattfindet. Die Möglichkeit des Aufsteigens von Dampf in die Luft, auch wenn er durch keine Siedehitze emporgetrieben wird, erklärt sich vielmehr aus dem Dalton'schen Satze: Die Luftarten verhalten sich gegeneinander

unelastisch. Luftarten und Dämpfe sind hieriu einander gleich. Das Wasser verdunstet an der Oberfläche, und hier kann es ungehindert als Dampf in die Luft eindringen, ohne von deren Elasticität gehemmt zu werden, da sich Dampf ja selbst nur wie Luft, aber gleichgültig zu dieser verhält. Wenn man die wallende Oberfläche des siedenden Wassers und dagegen den ruhigen Spiegel einer mit Wasser gefüllten und auf das Fenster gestellten Tasse betrachtet, so sieht man schon daraus, daß dort ein Kampf stattfindet, hier aber alles friedlich vor sich geht. Die Luft ist für die Verdunstung nur insofern ein Hinderniß, als sie die letztere etwas langsamer macht. In Beziehung auf die Menge des Wasserdampfes verhält sie sich gleichgültig, die Verdunstung hört zwar zuletzt auf, aber nur, weil die Dämpfe sich selbst zu drücken und ihre Rückbildung zu Wasser beginnen.

Da der Wasserdampf in der Atmosphäre eine so bedeutende Rolle spielt, so wollen wir die Quellen desselben näher in's Auge fassen. Die Verdunstung gehört natürlich hauptsächlich der Oberfläche der Meere, Seen und Ströme, weniger schon den Wäldern, Sümpfen, Wiesen und Feldern und nur zu einem kleinen Theile der Ausathmung und Ausdünstung der Thiere und Menschen an. Eine mehr vereinzelte Erscheinung ist die Aushauchung oon Wasserdampf aus den Kratern der Vulkane, die bei den merkwürdigen vulkakanischen Gewittern jedoch eine große Wichtigkeit hat.

Wenn die übrigen Umstände gleich sind, so ist die Menge der Dämpfe, die in einer bestimmten Zeit aus einer Wassermasse aufsteigen, um so größer, je größer die Oberfläche und je höher die Temperatur der verdunstenden Wassermasse, ferner je trockner, wärmer und bewegter die über derselben befindliche Luft ist.

In der kälteren Jahreszeit und bei feuchter Witterung ist die Verdunstung aus einem dazu eingerichteten offenen Gefäße während 24 Stunden oft zu unbedeutend, als daß der verminderte Wasserstand gut erkannt werden könnte; ist

das Wasser gefroren, so ist die Beobachtung noch schwerer. Man bestimmt daher die Größe der Verdunstung lieber durch das Gewicht. Es bedarf dazu keiner großen Wassermasse; da sich mit einer empfindlichen Wage kleine Gewichtmengen sogar genauer bestimmen lassen, als große. Hat das zum Verdunstungsmesser dienende Gefäß (Atometer genannt) eine Oberfläche von 2½ bis 3 par. Quadratzollen, so beträgt die Größe der Verdunstung, selbst im Schatten während 24 Stunden, in der wärmeren Jahreszeit 50, 100 bis 150 Gran und auch an sehr kalten Wintertagen steigt sie oft auf mehrere Gran. Uebrigens muß dabei das Gefäß immer bis nahe an den Rand gefüllt werden, damit auch der darüberstreichende Wind seine Wirkung äußern könne. Ein Jeder weiß, wie schnell der Wind nach einem leichten Regen die Straßen abtrocknet. Die Hausfrau hängt ihre Wäsche zum Trocknen auf einen luftigen Boden, nicht in ein geschlossenes Zimmer. Einen frischgeschriebenen Brief schwenken wir durch die Luft, damit die Dinte schneller abdunste. Indem fortwährend neue trockene Luft über einen feuchten Gegenstand zieht, befördert sie dessen Verdunstung.

Am geringsten ist die Verdunstung natürlich während der kälteren Jahreszeit. In den Frühlingsmonaten nimmt sie schnell zu und erreicht gewöhnlich in den Monaten Juli und August ihren höchsten Grad; dann wird sie im Verlauf des Herbstes wieder geringer. Ihr Zunehmen ist aber verhältnißmäßig stärker, als das der Wärme; in den drei Sommermonaten Juni, Juli und August beträgt sie oft 8 bis 9 mal so viel, als in den drei Wintermonaten Dezember, Januar und Februar. Dabei ist sie auf der Sommerseite der Wohnungen gewöhnlich 2 bis 3 mal, an einzelnen heiteren Sommertagen bis 3 oder 5 mal so groß als im Schatten.

Die Größe der jährlichen Ausdünstung einer Wasserfläche, die im Schatten liegt und bei welcher der Wiederersatz durch Regen abgerechnet wird, scheint 20 bis 24 Zoll für die

ebenen Gegenden Deutschlands zu betragen; im Sonnenlicht dagegen bei völlig freier Lage 60 bis 65 par. Zoll. Da Sonnenschein und schattiger Himmel abwechseln, der letztere aber meistens vorherrscht, so wird sich das wahre Maß mehr dem ersten, als dem letzten Betrage zuneigen. Es wäre jedoch ein gewaltiger Irrthum, wollte man glauben, daß wirklich ganz Deutschland jährlich so viel Wasser ausdünste, um durch dasselbe mehr als 20 oder 24 Zoll hoch bedeckt werden zu können. Jene Zahlen gelten nur für eine Wasserfläche, nicht auch für feuchten oder sogar ganz trockenen Boden, wie er zuweilen auf Tage und Wochen entsteht. Jedenfalls steht die Ausdünstung des ganzen Landes beträchtlich unter jener Zahl; wenn wir nun hören, daß Berlin 19 — 20, Trier fast 28, Bern sogar 43 Zoll jährlichen Regen hat und als mittleres Maß der jährlichen Regenmenge Deutschlands 26 bis 27 Zoll berechnet werden, so ergibt sich daraus, daß es mehr aus der Luft empfängt, als es derselben zurückgibt; was sich denn auch sehr einfach erklärt, wenn wir auf die warmen und feuchten südwestlichen und westlichen Winde achten, die vom wärmeren Theile des atlantischen Meeres herwehen, und dagegen wieder die zahlreichen Flüsse und Ströme berechnen, welche einen großen Theil des gefallenen Regens nach den nord- und südeuropäischen Meeren führen.

Es wurde eben behauptet, daß Wasser und Landflächen sich in Beziehung auf die Verdunstung nicht gleich verhalten. Denken wir uns ein nicht bewachsenes Feld. Ist es nach gefallenem Regen völlig durchnäßt, so kann seine Verdunstung in den ersten Stunden sogar größer sein, als von einer gleichgroßen Wasserfläche. Seine Unebenheiten bieten der Luft eine größere Berührungsfläche dar, als der Wasserspiegel; auch wird das Land durch auffallendes Sonnenlicht stärker erwärmt, als das Wasser. Sowie aber die Bodenfläche etwas abtrocknet, vermindert sich die Verdunstung und tritt dagegen die der Wasserflächen zurück. In der wärmeren Jahreszeit übertrifft die Verdunstung von Wasser die

von Erde um das 3 bis 4fache. Im Winter, wenn Land und Seen gleichmäßig mit Eis und Schnee bedeckt oder gefroren sind, ist das Verhältniß ausgeglichen.

Wieder anders stellt sich die Verdunstung bei einem mit Pflanzen bewachsenen Boden. Je nach der Art und der Entwicklungsstufe der Pflanzen zeigt sich die Verdunstung sehr verschiedeu. Wenn dichtbewachsene Grasflächen einen feuchten Untergrund haben und in vollem Wachsthum begriffen sind, so ist die Verdunstung reichlicher als von einer gleichgroßen Wasserfläche. Sie vermindert sich aber, sobald es längere Zeit nicht regnet, das Erdreich also trockener wird, oder wenn die Pflanzen sich ihrer Reife nähern, wobei ihre Stengel und Blätter, namentlich bei Gräsern und Getreidearten, mehr spröde werden und einen strohartigen Zustand annehmen. Schübler beobachtete eine mit jährigem Rispengras (Poa annua L.) dicht bewachsene Grasfläche während der Zeit Ende Juli bis Anfang August. Die Wärme stieg von 12 bis 17, nahe 18 Grad R., der Wind war Ost, also trocken, der Himmel heiter. Das Gras war den Tag zuvor begossen und zeigte eine lebhafte Vegetation. Zuerst war die Verdunstung dreimal so stark als vom Wasser, während 24 Stunden auf einen Quadratfuß 37 Kubikzoll; dann sank sie mehrere Tage allmählich, bei steigender Hitze aber, als das Thermometer zu Mittage 24° R. zeigte, sehr schnell; das Gras fing an zu welken und die Verdunstung betrug weniger als die des Wassers, die während der Zeit gestiegen war. Als man das Gras begoß, erholte es sich und die Verdunstung nahm wieder zu, sank aber nach und nach, da es sich seinem reifen Zustande näherte.

Eine dichte Grasfläche bietet natürlich für die Luft sehr viele Berührungspunkte dar. Mehr einzeln stehende Pflanzen oder solche von härterem Bau senden viel weniger Wasserdampf in die Luft. Sogar viele Pflanzen mit fleischigen Blättern, wie Mauerpfeffer (Sedum), Hauswurz (Sempervivum), Cactus haben nur eine geringe Ausdünstung; sie

besitzen umgekehrt die Fähigkeit, einer langen Trockenheit zu widerstehen, indem sie Feuchtigkeit aus der Luft einsaugen.

Außer von der Wärme und der Grundfläche hängt, wie bereits angedeutet, die Größe der Verdunstung auch davon ab, ob die Luft schon viel Dampf enthält, und ob sie ruhig oder in Bewegung ist. Enthält die Luft bereits viel Dampf, so übt diese auf sich selbst einen bedeutenden Druck aus und läßt keinen neuen Dampf mehr aufsteigen. Bei feuchter Witterung und Nebeln ist die Größe der Verdunstung oft mehrere Stunden lang gleich 0. Auch ohne Messung erkennt man diesen Zustand leicht daran, daß Wäsche sehr langsam trocknet, oder die Straßen, auch ohne daß es regnet, lange feucht bleiben. Wind dagegen, falls er nicht allzu feucht ist, wirkt förderlich auf die Verdunstung; im Allgemeinen ist bei windiger Witterung die Verdunstung 1½ Male bis doppelt so groß, als an windstillen Tagen. Dabei kommt es sehr anf die Richtung des Windes an, weil er in der einen gewöhnlich trockener, in der andern feuchter ist. Will der Landmann im Sommer sein Getreide, die Hausfrau ihre Wäsche trocknen, so ist ihr Wunsch in kurzer Zeit befriedigt, wenn anhaltend Nordost- oder Ostwinde wehen; bei westlichen und südwestlichen Winden dauert es viel länger. Nordostwind bewirkt die schnellste Verdunstung, Südwest die langsamste, doch macht für letzteren der Winter eine Ausnahme, indem er dann ebenfalls, und zwar wegen seiner Wärme, die Verdunstung befördert.

Haben wir so die Quellen und Bedingungen der Ausdünstung betrachtet, so wird es nun nöthig sein, an die Messung des in der Luft vorhandenen Wasserdampfes zu gehen. Denn der Grad der Verdunstung und der Grad der Luftfeuchtigkeit sind durchaus nicht dasselbe, obwohl in der Regel das eine die Ursache des andern ist. Trockene Winde entführen die entstandenen Dämpfe; feuchte Winde bringen neue herzu. Verdunstung und Dampfmenge werden sich also,

gleichzeitig beobachtet, entgegengesetzt verhalten; jene wird aufhören, wenn diese ihren höchsten Grad erreicht hat.

Wir bemerken im alltäglichen Leben eine große Zahl von Gegenständen, die bei einem gewissen Grad der Luftfeuchtigkeit ihre Gestalt ändern oder auch auf ihrer Oberfläche wirklich eine Trübung und zuletzt Wassertropfen zeigen. Salze und Thonschiefer bekommen durch die Feuchtigkeit, welche sie aufnehmen, einen Zuwachs an Gewicht. Noch auffallender ist dies, wenn man eine bestimmte Luftmenge über concentrirte Schwefelsäure hinstreichen läßt. Durch die Zunahme an Gewicht erfährt man das genaue Maß der vorher in der Luft enthaltenen Feuchtigkeit; denn die Luft wird dadurch vollständig trocken. Dagegen zeigen die organischen Substanzen durchaus nicht den wirklichen Dampfgehalt der Luft, sondern nur den Grad derselben im Verhältniß zu der eben stattfindenden Wärme. In kalter Luft zeigt sich eine geringe Dampfmenge schon als feucht; in warmer Luft kann eine viel größere Menge vorhanden sein, ohne daß man sie bemerkt.

Die Gegenstände, welche ich jetzt nennen werde, sind daher keine eigentlichen Feuchtigkeitsmesser, sondern nur Feuchtigkeits*anzeiger* oder hygroskopische Körper. Es gehören zu ihnen besonders röhrenförmige Stoffe, welche der Luft viel Oberfläche darbieten.

Aus dem Pflanzenreiche. Holz dehnt sich durch Feuchtigkeit gewöhnlich nach der Breite der Jahrringe weiter aus und zieht sich dagegen bei trockener Witterung enger zusammen. Thüren und Fenster lassen sich daher bei feuchter Witterung oft nicht mehr schließen oder öffnen, und umgekehrt erhalten oft hölzerne Möbel Risse und Sprünge, wenn die Luft sehr trocken ist. Zimmerdielen werfen sich, was man jedoch durch Parkettiren des Fußbodens verhindert, indem dabei eine Ausgleichung eintritt. Billardstäbe würden sich beim Wechsel der Luftfeuchtigkeit leicht krümmen: man verhütet dies, indem man sie aus verschiedenen Stücken zu-

sammensetzt, die ihre Formänderung gegenseitig aufheben und ausgleichen.

Hanfene Seile oder Schnüre drehen sich stärker, werden also kürzer, wenn die Luft feuchter wird. Bekannt ist die Erzählung, wie man bei der Aufrichtung einer Säule dieselbe trotz alles Anspannens der Taue nicht zum genauen Senkrechtstehen bringen konnte, bis Jemand vorschlug, die Taue naß zu machen; es geschah, die Taue verkürzten sich und stellten die Säule grade. Ein Naturforscher erzählt eine andere Anecdote. Er stammte aus einem pommerschen Dorfe, wohin vor langer Zeit ein heimkehrender Matrose als Merkwürdigkeit einen Schwertfisch mitgebracht hatte. Der lange Fisch wurde im Glockenthurme an einem Seile so aufgehängt, daß er wagerecht schwebte. Nun bemerkte der Küster, daß der Fisch sich allmählich hin- und herdrehte, und entdeckte auf solche Art einen Witterungsanzeiger da die Stellung des Fisches gewöhnlich das Wetter ankündigte. Ein alter Schwertfisch als Wetterprophet! Viele verschrieen es als lächerlichen Aberglauben, auch unser Erzähler lachte darüber. Als er aber später einmal nach Hause kam, hatte er während der Zeit kennen gelernt, daß nicht der Schwertfisch, sondern das Seil die Ursache war. — Die gewundenen Spitzen der Storch- und Reiherschnäbel (Geranien und Pelargonien) dienen durch ihr Auf- und Zurückdrehen als Wetteranzeiger; auch die Granne des wilden Hafers wickelt sich bei feuchtem Wetter auf. Erbsen und Bohnen quellen merklich auf, frisch gemahlener Kaffee wird schwerer. Hafermehl wirkt sogar austrocknend; wenn es in feuchte Räume gestreut wird, zieht es schnell eine große Menge der Luftfeuchtigkeit ein.

Aus dem Thierreiche. Eine Federpose wird im Feuchten weiter. Füllt man sie nun mit Quecksilber und verbindet sie mit einem Glasröhrchen, so erkennt man an dem Steigen des Quecksilbers, daß die Luft trockener, am Fallen, daß sie dampfreicher wird (Capineau's Federkiel-Hygrometer). —

Darmseiten werden im feuchten Zustande schlaff, gleich einem naßgemachten Papierbogen. Darauf gründen sich die früher gebräuchlichen Wetterhäuschen, aus deren Thür bei trockener Luft eine Dame mit einem Sonnenschirme, bei feuchter ein Herr mit einem Regenschirme heraustritt, und die kleinen Höhlen, aus welchen bei schönem Wetter ein Fuchs hervorschaut, der sich beim Eintritt trüber Witterung wieder zurückzieht. Fischbeinstreifen werden breiter; daher Deluc's Hygrometer, dessen Hauptgegenstand ein quergeschnittener Fischbeinstreifen ist. Empfindlicher, als die trägen Werkzeuge aus Fischbein, Elfenbein, Coconfaden rc., ist aber Saussure's Haarhygrometer. Blonde Menschenhaare werden nämlich durch Feuchtigkeit bedeutend verlängert. Dies benutzte Saussure, und er hat 14 Jahre an der Sprache des Menschenhaares studirt und eine große Reihe schöner Aufschlüsse über den Feuchtigkeitsstand der Luft gegeben. Ein gesundes Menschenhaar, etwa $8\frac{1}{2}$ Zoll lang, wird durch Kochen mit Sodalösung oder Aether aller seiner natürlichen Feuchtigkeit beraubt. Eines seiner Enden wird in einen Messingrahmen befestigt, das andere über eine kleine leichte Rolle von $2\frac{1}{4}$ Linien Durchmesser geschlagen und mit einem Gewicht von $\frac{1}{20}$ Quentchen beschwert. An der Rolle ist ein Zeiger befestigt. Der Punkt der größesten Trockenheit wird gefunden, wenn man den kleinen Apparat über ein mit glühender Pottasche gefülltes Gefäß stellt; der Punkt der größesten Feuchtigkeit, mit 100 bezeichnet, wenn der Apparat in ein befeuchtetes mit Wasser gesperrtes Gefäß gesetzt wird. Die Grade bezeichnen nun die Prozente der Feuchtigkeit. In einem vollständig feuchten Raume, wo ein Glas Wasser nichts mehr durch Verdunstung verliert, steht der Zeiger auf 100. Aber dies bedeutet nicht, daß der Raum nun keinen Dampf mehr aufnehmen könne; es bezeichnet nur, daß die Luft bei dieser Temperatur mit Dampf gesättigt ist. Wird die Wärme des Raumes allmählich erhöht, so dunstet das Glas Wasser aus, aber das Hygrometer bleibt auf 100 stehen. Steht es auf 87°, so heißt

das: es fehlen noch 13° zu der bei dieser Temperatur möglichen Feuchtigkeit. Nun ist das Saussure'sche Instrument zwar sehr empfindlich; wenn der Erfinder sich mit demselben einer Wolke näherte, so stieg es ohne Unterbrechung. Allein es gibt nur die relative Feuchtigkeit an und ist überdies auch darin nicht ganz genau; wenn es z. B. auf 80° steht, so enthält die Luft nicht 80, sondern nur 60 bis 70 Prozent der Dampfmenge, welche sie jetzt enthalten könnte. Man gebraucht darum jetzt eine andere Art von Hygrometern.

Das Feuchtwerden der Gegenstände, das sogenannte „Anziehen“ in wasserdampfreicher Luft rührt davon her, daß trockene Körper an ihrer Oberfläche Luft verdichten. An jeder Wand, an den Tischen und Spiegeln sind dünne, fast nur Flächen zu nennende Luftschichten, die bei der stärksten Bewegung der Zimmerluft nicht von ihrer Stelle weichen, ja fast durch keine Gewalt zum Weichen gebracht werden, weil sie zu starr anhängen. Es ist daher keine Fabel, daß die Pest mit festen Gegenständen, namentlich mit Pelzen und Kleidern in die Ferne gesandt wird. Die vielen Härchen und Fasern bieten für die luftförmigen Giftstoffe eine große Oberfläche, und diese Pestluft wird auch durch Ausklopfen und Ausräuchern nicht vollständig entfernt. Gießt man Quecksilber in eine Glasröhre, so gießt man es keineswegs in das Glas, sondern vielmehr in eine dünne Luftröhre, die als beinahe feste Schicht an den innern Wänden des Glases haftet. Wie nun die Luft gleich einer starren Schicht sich an die Oberfläche und in die Zwischenräume der Gegenstände setzt, so verdichtet sich auch der Wasserdampf an ihnen zu Wasser, und dies ist die Ursache ihres Feuchtwerdens.

Von ganz anderer Art ist das Feuchtwerden, welches man unter dem Namen „Beschlagen“ kennt. Gießt man an einem warmen Tage oder in einem geheizten Zimmer kaltes Wasser in eine Flasche, so beschlägt dieselbe, das heißt, der benachbarte Wasserdampf wird durch die von der Flasche ausstrahlende Kälte verdichtet und setzt sich nun in Form von

Dünsten, welche sogar in Tropfen übergehen können, auf der kalten Fläche an. Aehnlich ist es mit dem „Schwitzen" der Fenster oder dem Beschlagen der Wände bei eintretendem Thauwetter. Diese Erscheinung hat zu einer andern Art Messung der Luftfeuchtigkeit Veranlassung gegeben.

Leroy, ein französischer Arzt in der Mitte des vorigen Jahrhunderts, machte die erste unmittelbare Beobachtung über die Menge der Luftfeuchtigkeit. Er erkältete ein Glas mit Wasser von der Temperatur der äußeren Luft durch hinzugegossenes eiskaltes Wasser so lange, bis die Glasoberfläche durch niedergeschlagenen Wasserdunst etwas getrübt wurde. Mußte er das Wasser stark abkühlen, ehe die Trübung eintrat, so schloß er, die Luft sei verhältnißmäßig trocken; trat die Trübung bald ein, so mußte der Feuchtigkeitsgehalt sehr groß sein. Dieser Grundsatz ist richtig. Hält man in dem Augenblick, wenn der Dunst eintritt oder verschwindet, ein Thermometer in das Wasser, so erfährt man den Thaupunkt oder Condensationspunkt (Verdichtungspunkt) des Zimmers. Thaupunkt 13° würde bedeuten: so lange, als die Wärme des Zimmers über 13° steht, wird der Wasserdampf desselben unmerklich bleiben; wird sie aber unter 13° erniedrigt, so wird der Dampf anfangen, sich zu verdichten, es wird ein Niederschlag entstehen, da der Raum mit Dampf gesättigt ist. Das Haarhygrometer würde also auf 100 zeigen.

Denken wir uns einen Cylinder, der unten ein wenig Wasser enthält. Ein luftdichtschließender Stempel ist bis auf die Oberfläche des Wassers niedergedrückt. Wird der Stempel etwas zurückgezogen, so entsteht ein leerer Raum, es entwickeln sich schnell Wasserdämpfe, und wenn man den Stempel allmählich weiter zurückzieht, so bleibt der Raum fortwährend vollkommen feucht, so lange, bis alles Wasser verdunstet ist. Zieht man den Stempel noch weiter zurück, so dehnt sich der Dampf aus und der Raum wird trockener. Nun stoße man den Stempel wieder hinein. Zuerst wird dabei der Dampf dichter, weiterhin schlägt er sich nieder und verwandelt sich

wieder in flüssiges Wasser. Wie hier im leeren Raume, so verhält es sich auch in der Luft; denn diese ist kein Hinderniß für den Dampf, außer daß sie die Verdunstung langsamer macht. Wärme verhält sich wie Raumvergrößerung, Kälte wie Raumverkleinerung. Bei Temperatur-Erniedrigung wird die Luft relativ feuchter. Je eher ein Niederschlag eintritt, desto mehr nähert sich die Luft dem Zustande der Sättigung, wobei indessen bemerkt werden muß, daß es nicht genau bezeichnet ist, wenn man sagt: die Luft ist gesättigt; der Dampf selbst ist es, der bei hoher Wärme in größerer Menge vorhanden sein darf, weil er dann sich weniger drückt, als in der Kälte.

Je feuchter die Luft ist, desto näher liegen Wärmegrad und Thaupunkt neben einander. Wenn an einem April- oder Novembertage die Luftwärme 10° beträgt und der Thaupunkt schon auf 9° steht, so ist darum nur eine geringe Wärmeerniedrigung nöthig, um einen Regen zu erzeugen. Steht dagegen an einem Sommertage das Thermometer auf 17° und der Thaupunkt schon auf 9°, so enthält zwar die Luft ebensoviel Dampf, der absolute Feuchtigkeitsgehalt ist also gleich, aber sie wird sich doch für unser Gefühl als viel trockener zeigen und es ist wahrscheinlich, daß es nicht regnen werde, da eine schnelle Herabstimmung der Temperatur von 17 auf 9° im Sommer selten eintritt.

Zwei Instrumente sind es, die man zur Bestimmung des Thaupunktes und dadurch der Luftfeuchtigkeit benutzt. Das erste ist das nach Dalton und Leroy gefertigte Daniell'sche Hygrometer. Es besteht aus einer etwa 2 Linien weiten Glasröhre, die umgekehrt hufeisenförmig gebogen ist und an jedem Ende sich in eine Kugel erweitert. Die Röhre und die Kugeln sind luftleer und enthalten etwas Schwefeläther, und zwar so viel, daß die Kugel an dem längern Schenkel genau bis zur Hälfte gefüllt ist, während die übrige Flüssigkeit sich verdampft und so den übrigen Raum einnimmt. Mitten in der mit Schwefeläther halb gefüllten

Kugel befindet sich zugleich die Kugel eines kleinen Thermometers, dessen elfenbeinerne Scala mit Gummi in die Röhre festgeklebt ist. Die Kugel an dem kürzeren Schenkel wird mit etwas Musselin überzogen, und die ganze Röhre nur auf einem kleinen Stativ (Gestell) befestigt, an welchem noch ein zweiter Thermometer angebracht ist. Tröpfelt man auf die mit Musselin überzogene Kugel etwas Schwefeläther, so erzeugt dessen Verdampfung eine große Kälte, die in dieser Kugel enthaltenen Schwefelätherdämpfe verdichten sich, was dagegen eine Verdunstung und allmähliche Abkühlung des Schwefeläthers in der andern Kugel herbeiführt. Nun ist die letztere, um auch den feinsten Niederschlag sichtbar zu machen, in der Mitte von einem 2 Linien breiten Ringe aus reinem Golde umgeben. Hat sich die Kugel in Folge der innern Verdampfung bis zu derjenigen Temperatur abgekühlt, bei welcher der Dampf der benachbarten Luft seine größte Dichtigkeit, seinen Sättigungspunkt hat, so schlägt sich Feuchtigkeit auf dem Goldringe nieder, und in diesem Augenblicke zeigt das inwendige Thermometer den Thaupunkt der äußern Luft, jedoch, da das Bethauen schon eingetreten ist, etwas zu niedrig, weshalb man als wahren Thaupunkt die Mitteltemperatur zwischen dem Erscheinen und Wiederverschwinden der Trübung annimmt. Je größer der Unterschied der beiden Thermometer, desto geringer ist die Sättigung. Bei vollkommen feuchter Luft stimmen Wärmepunkt und Thaupunkt überein.

Der ganze sinnreiche Apparat hat indeß den Nachtheil, daß er jedesmal ein Experiment erfordert. Auch ist der Verbrauch von Schwefeläther sehr kostspielig, und bei dem Versuch immer viel Aufmerksamkeit nöthig. Kämtz sagt: Am Abend, wo man Kerzenlicht anwenden muß, habe ich nie den Thaupunkt mit derselben Genauigkeit auffinden können, als am Tage, wo die Thaupunkte in mehreren hinter einander angestellten Beobachtungen nur wenig von einander abweichen. Gar nicht zu gebrauchen ist das In-

strument bei großer Trockenheit; ich habe dann aller Mühe ungeachtet weder in den Ebenen Deutschlands noch auf den Alpen einen Niederschlag erlangen können.

Das andere einfacher zu gebrauchende Instrument rührt von Hutten und Leslie her. Professor August in Berlin, der die Aufmerksamkeit wieder darauf gelenkt hat, nennt es Psychrometer, d. i. Naßkältemesser oder Verdunstungskältemesser. Wie schon der Name andeutet, beruht es ebenfalls auf der Verdunstungskälte, die Jedermann aus Erfahrung kennt, wenn er mit bloßen Händen ging oder aus dem Bade steigend noch einige Zeit in freier Luft verweilte. August, welcher Tafeln zum Gebrauche des Instruments berechnet hat, schlägt folgende Einrichtung vor. An einem kleinen Rahmen werden zwei Thermometer angebracht, welche in Gang und Eintheilung genau übereinstimmen, und an denen auch noch Zehntelgrade abgelesen werden können. Das eine dieser Thermometer hat einen Ueberzug von Tüll, welcher mit reinem Wasser befeuchtet sein muß. Diese Befeuchtung kann durch eine Baumwollenschnur, die von einem mit Wasser gefüllten Gefäß bis an den Ueberzug der Thermometerkugel hinabreicht, fortdauernd unterhalten werden, wobei man jedoch Sorge tragen muß, daß nie große Wassertropfen an der befeuchteten Thermometerkugel hängen; es reicht aber auch jeder Zeit aus, 5 Minuten vor der Beobachtung die umhüllte Thermometerkugel durch Einsenken in ein Glas mit Wasser zu benetzen. Das trockene Thermometer zeigt die Temperatur der Luft an; das andere, das wegen der durch die Verdunstung entstehenden Abkühlung etwas niedriger stehen muß, gibt den Thaupunkt an, und je niedriger er im Vergleich zum Wärmepunkt liegt, desto trockener ist die Luft. Da Wind schneller trocknet und die Verdunstung erhöht, so müssen die Beobachtungen an geschützten Stellen gemacht werden. In der Winterkälte wartet man, bis alles Wasser an der Umhüllung in Eis verwandelt ist. Nur in relativ ganz feuchter Luft stehen beide Thermometer, das trockne und nasse,

gleich hoch. Im Nebel steht zuweilen das feuchte höher; dann ist die Luft übersättigt; sie enthält nämlich Wasserdampf im höchsten jetzt möglichen Grade und tropfbar werdendes Wasser in der Form von Nebelbläschen.

Der Dampf ist gleichsam eine neue Atmosphäre im Luftkreise. Ein luftvoller Raum nimmt so viel Dampf auf als ein luftleerer (freilich langsamer), und nur der eigne Druck des Dampfes ist die Ursache, daß die Verdunstung bei niedriger Temperatur früher, bei hoher erst später aufhört. Der Dampf betheiligt sich aber doch am Luftdruck, und ein kleiner Betrag von den 28 Zoll der Quecksilbersäule, im Winter gegen 2, im Sommer etwa 5 Linien, kommt auf seine Rechnung. Der mittlere Druck der in der Luft enthaltenen Wasserdämpfe beträgt für Berlin nach Dove's Berechnung $3\frac{1}{4}$ par. Linien. Der Druck der Luft ist also in zwei Theile zu sondern, in den der Luft und des Wasserdampfes; auf das Barometer wirkt aber nur die Summe, ohne daß man die Ursachen trennen könnte. Gegen einander verhalten sich beide gleichgültig; nach außen jedoch handeln sie gemeinschaftlich, also mit doppelter Wirkung. Die Luft, als ein elastischer Körper, drückt nach außen, und der Dampf thut dasselbe. Denken wir uns zwei Springfedern, die in einander gestellt werden, ohne sich zu berühren. Legt man ein Gewicht oben darauf, so werden die beiden Federn, es gemeinschaftlich tragen und sich nur um halb so viel zusammendrücken, als es bei jeder einzelnen unter demselben Gewichte geschehen wäre. Wie hier ein Gewicht von zwei Springfedern getragen wird, ohne daß diese unter sich einen Zusammenhang haben, so wird auch die Quecksilbersäule des Barometers von zwei Kräften gehoben, nämlich vom Druck der Luft und des Wasserdampfes. Soll das Gleichniß ganz zutreffen, so dürfen wir uns die beiden Federn jedoch nicht von gleicher Kraft denken, sondern müssen uns die eine sehr stark, die andere sehr fein und zart vorstellen, so daß sie sich etwa wie 100 zu 1 verhalten; denn dies ist ungefähr nach

obigem Maße das Verhältniß im Druck von Luft und ihrem Wasserdampf.

Wie gesagt, am Anblick des Barometers ist diese Zusammensetzung nicht zu erkennen und nur durch Messung des Wasserdampfes zu erfahren. Aber die Sonderung ist sehr wichtig, weil beide Atmosphären sich meist entgegengesetzt verhalten. Nehmen wir z. B. eine große Temperaturerhöhung an. Die Luft steigt auf und es fließt oben ein Theil derselben ab; der Druck wird geringer, und das Barometer fällt. Allein mit der Wärmezunahme nimmt auch die Verdunstung zu, die Menge und das Gewicht des Wasserdampfes steigen, und während der Luftkreis das Barometer sinken läßt, verursacht der Wasserdampf eine kleine Erhöhung. Also nach dem Massenverhältniß von Luft und Wasserdampf richtet sich der Stand des Barometers, welches letztere ein Instrument zur Bestimmung von Differenzen ist. Um die allgemeinen Bewegungen desselben zu verstehen, müssen wir daher noch über die verschiedene Dampfmenge nach Zeiten und Orten unterrichtet sein.

Am Tage ist die Luft feuchtigkeitsreicher, als in der Nacht und im Sommer mehr als im Winter, weil die Sonne die Verdunstung sehr vermehrt. Für unser Gefühl aber ist es beinahe umgekehrt. Ein oder zwei Stunden nach Mittag, zur Zeit der größesten Tageswärme, und im August, zur Zeit der größesten Jahreswärme, vermag die Luft sehr viel Dampf zu tragen, ohne gesättigt zu sein, und ist deßhalb relativ am trockensten; am feuchtesten ist sie für unser Gefühl dagegen zur Zeit der größesten Kälte, also des Morgens bei Sonnenaufgang und in den Wintermonaten, ausgenommen bei trockenen Nordostwinden. Im südlichen Deutschland liegt während des Sommers der Thaupunkt gewöhnlich bei 10 bis 12° R., an sehr heißen Tagen erhöht er sich bis zu 15°, also liegt er im Allgemeinen 6 bis 7 Grad unter der Lufttemperatur. Bei heiterer Witterung kann er sich in den Nachmittagsstunden selbst 8 bis 14° unter der Lufttemperatur

halten. Nach dem Herbst hin nähern sich beide Punkte wieder, ja wenn die großen Nebel sich zu bilden beginnen, liegen sie sogar neben einander. Gleichwohl ist in dieser Zeit die wirkliche Dampfmenge geringer; denn wenn sie im Sommer 5 bis 6 par. Linien im Barometer trägt, sind es im Frühling und Herbst nur 3 — 5, in den Wintermonaten nur 1 — 2 Linien. In einem pariser Kubikfuß Luft befindet sich demnach im Sommer eine Wassermenge von 6—7 Gran; im Frühling und Herbst sind es nur 5, 4 oder 3, im Winter gewöhnlich nur 1 bis 2 Gran.

In den Polargegenden, wo die Verdunstung sehr gering ist, obgleich die Luft sehr gesättigt erscheint und zuweilen unglaubliche Regenmassen herabsendet, enthält sie weniger Dampf, als in der Nähe des Aequators. In der wärmeren Jahreszeit nähert sich daher unser Klima nicht nur in der Wärme, sondern auch im Luftzustande mehr den Tropengegenden. Doch liegt in der heißen Zone der Thaupunkt immer näher an der Lufttemperatur, als bei uns. Nur über den dürren Wüstengegenden macht natürlich dies Alles eine Ausnahme. Daß dort die Luft gesättigter erscheint, ist wohl die Ursache, warum manche Gewächse warmer Himmelsstriche in unsern Gegenden auch bei gehöriger Sommerwärme nicht ordentlich gedeihen wollen; es fehlt ihnen zu häufig die warme feuchte Luft der indischen und amerikanischen Küsten und Flußufer.

Auf dem hohen Meere ist die Luft natürlich feucht und ziemlich gesättigt, ohne daß jedoch in den wärmeren Himmelsstrichen die Luft trübe erscheint, da wenig Temperaturwechsel stattfindet, also auch seltener ein Niederschlag erfolgt. Weil aber das Meerwasser von Salzen durchdrungen ist, welche die Dampfbildung in einem gewissen Grade verhindern, so steigt etwas weniger Dampf auf, als über süßem Wasser, und der Thaupunkt über dem Meere liegt im Allgemeinen $3^1/_2{}^0$ unter der Temperatur des Meerwassers.

Unter gleicher Breite ist auf dem Lande die Dampfmenge an den Küsten größer, als im Innern. In weiten Binnenländern, deren zum Theil trockener Boden nur wenig

Dämpfe entwickelt, finden wir daher gewöhnlich eine große Trockenheit. So ist es über den Wüsten Afrikas, auf dem Hochlande von Asien, im Innern von Australien, selbst in den vereinigten Staaten von Nordamerika, wo nach den Erfahrungen der Auswanderer die Wäsche viel schneller trocknet und das Brod viel eher hart und dürr wird, als in Europa.

Wie die Luft, so muß auch der Dampf nach oben dünner werden; im Allgemeinn wird also ein gleicher Raum in der Tiefe mehr Dampf enthalten, als in der Höhe. Wenn man im heftigen Regen einen Berg besteigt, so werden die Tropfen immer kleiner, oben finden wir nur Nebel. Daraus ergibt sich, daß die ganze Luftschicht regnet, und die Messung lehrt, daß die obere Luft nicht allein den Regen bildet, sondern daß die untere in der Regel die Hauptsache dazu thut. War in einzelnen Fällen oben aber mehr Luftfeuchtigkeit vorhanden, als unten, so gehört das zu denselben Ausnahmen, als wenn man es auf Bergen zuweilen wärmer findet, als in der Ebene.

Die absolute Feuchtigkeit ist also oben geringer. Aber auch die relative? Sollte man, wenn man den Himmel voller Wolken sieht, nicht eher glauben, die Luft müsse dort gesättigter sein, als unten? Es ist lange behauptet worden, die Luft sei in der Höhe trockener, als unten, und manche Erscheinungen sprechen dafür. Bei heiterem Wetter, wie es sich die Gebirgsreisenden so sehr wünschen und wo sich die ganze Bergkette frei von Nebeln und Wolken zeigt, ist die Bergluft wirklich oft sehr wenig gesättigt. Kämtz hat bemerkt, daß der Schnee, von der Sonne mit großer Schnelligkeit geschmolzen, doch den Boden kaum anfeuchtete, weil das gebildete Wasser sogleich in Dämpfe verwandelt wurde; Hölzer, die in der Sonne lagen, warfen sich dabei mit unglaublicher Schnelligkeit. Die meisten älteren Beobachtungen wurden überdies ausschließlich bei schönem Wetter gemacht, und wenn man daraus einen allgemeinen Schluß zog, fiel er natürlich dahin aus, die Luft müsse oben sehr trocken sein. Aber wir

dürfen nicht vergessen, daß auf die einzelnen schönen Tage oder Wochen dann wieder Zeiten folgen, an denen die Bergspitzen mit dicken Nebeln bedeckt sind; ganz auf dieselbe Art finden wir oft bei ziemlich trockenem Wetter den Himmel über den Ebenen dicht mit Wolken überzogen. Die größere Trockenheit der Luft auf den Cordilleren erklärt sich ebenfalls, wenn man bedenkt, daß die Luft an der Küste nothwendig feuchter sein muß, als die in der Höhe, wo ein trockener Ostwind weht.

Bei heiterer Witterung nimmt die Feuchtigkeit um so mehr ab, je höher man kommt. Für gewöhnlich aber ist sie oben verhältnißmäßig größer; je höher man steigt, desto näher fallen Lufttemperatur und Thaupunkt zusammen, weil jene schneller sinkt, als dieser, zuletzt erreichen sich beide und man kommt nun in die Region der Wolken. Gewöhnlich vermindert sich in England die mittlere Temperatur der Luft nach oben auf 506 par. Fuß um 1° R., der Thaupunkt erniedrigt sich aber erst bei 822 Fuß um einen Grad R. Für jede Erhöhung von 822 Fuß nähern sich also beide Punkte um etwa $^3/_5{}^0$ R. Nehmen wir nun an, daß in der Ebene die Lufttemperatur 10, der Thaupunkt 7° R. betrage, so würde die Nebel- oder Wolkenbildung bei $\frac{3.5.822}{3} = 4110$ Fuß beginnen. Nach Humboldt nimmt in *niederen* Breiten die Temperatur der Luft im Allgemeinen um 1° R. für 726 größere Erhebung ab, was aber auch noch weiterhin gilt. Wir behalten die Annahme von 822 Fuß für die Erniedrigung des Thaupunktes um 1° R. bei und finden danach ungefähr $^1/_8{}^0$ R. Annäherung auf 822 Fuß. Das Hirschberger Thal liegt 1000 Fuß über der Ostsee, die an seiner Seite emporragende Schneekoppe ist gegen 4000 Fuß höher und trägt an ihrer Spitze oft eine Wolke oder die Wolken senken sich bis auf sie herab. Nehmen wir an, der Thaupunkt liege im Thal $^1/_2{}^0$ R. unter der Lufttemperatur, so gibt dies dann $\frac{8.822}{2} = 3288$ Fuß für den Anfang der Wolkenbildung und die Spitze des Berges ist demnach von

von Wolken umhüllt. Die Berechnung stimmt mit den Wetterzeichen überein, welche man aus der Wolkenbedeckung mittelhoher Berge, z. B. des Kyffhäuser, genommen hat. Der Kyffhäuser kann im Allgemeinen nur dann eine Wolkenhaube tragen, wenn auch unten die Luft sich dem Sättigungspunkte nähert. Daher trifft der Vers zu:

Ist Kaiser Friedrich ohne Hut,
Bleibt das Wetter schön und gut.
Ist er mit dem Hut zu sehn,
Werdet ihr bald Regen sehn.

Ungeachtet der Nebel- und Wolkenbildung in der Höhe ist aber, wie wir gesehen haben, in den höheren Luftschichten an und für sich wenige Feuchtigkeit enthalten. Aus dem häufigeren Niederschlage der Bergregionen erklärt sich wohl auch theilweise, warum viele Alpenpflanzen, namentlich viele Gräser und Moose nur in höheren Gebirgsgegenden ein gesundes Fortkommen zeigen, wo die Luft ihnen leichter ihre Feuchtigkeit abgibt, als unten.

Wie schon angedeutet, findet man auch Ausnahmen, besonders in Folge der Winde, deren Einfluß wir noch im Einzelnen zu betrachten haben. Hier nur noch die Bemerkung, daß die Beobachtung der Luftfeuchtigkeit für sich allein, obwohl letztere für das Wetter der wichtigste Gegenstand ist, noch zu keiner sicheren Vorausbestimmung der Witterung führen kann. Es geschieht nicht selten, daß das Hygrometer eine ziemlich große Trockenheit der Luft angibt, während der Himmel trübe ist oder das Wasser sogar als Regen herabfällt. Zu andern Zeiten wieder zeigt sich heiteres Wetter bei ziemlich feuchter Luft. Aber Thermometer und Hygrometer treffen dabei unverdient den Tadel, daß sie nicht den Zustand des gesammten Luftmeeres angeben. Sie zeigen nur die Verhältnisse an, welche in der Nähe ihres Standpunktes stattfinden; schon für eine Höhe von wenigen Hunderten von Fuß über dem Beobachtungsorte lehren sie uns nichts mehr. Wenn z. B. auch die Dampfmenge nach oben regelmäßig abnimmt, so kann oben

wegen eines kalten Windes oder eines Schneeberges die Luft viel weniger warm sein, als man nach der Rechnung findet. Dann wird ein bewölkter Himmel über einer ziemlich trocknen Luft stehen. Umgekehrt kann es vorkommen, daß die obere Luft im Vergleich zur unteren ungewöhnlich warm ist; dann wird man vou feuchter Luft umgeben sein, aber einen heiteren Himmel über sich erblicken, bis beide Luftmassen sich vielleicht mischen und eine Trübung verursachen.

Jetzt verstehen wir auch, daß die Schwankungen des Barometers, die bei uns etwa zwischen 27 und 29 par. Zoll vor sich gehen, keinesweges alle geradezu für Wetterprophezeihungen gelten können. In höheren Breiten sind dieselben noch beträchtlich größer, am Aequator aber sehr gering und umfassen mit Ausnahme außerordentlicher Fälle, wie etwa vor dem Ausbruche heftiger Stürme, nur wenige Linien. Es gibt gewisse täglich und jährlich regelmäßig wiederkehrende kleine Schwankungen des Barometers, die allerdings in dem Wechsel der Wärme und des Feuchtigkeitsgehaltes der Luft begründet sind, doch aber mit den gewöhnlichen Wetterveränderungen nichts zu thun haben. Wir haben schon gesehen, daß der Grund der Schwankungen kein einfacher ist, da die Atmosphäre aus zwei Atmosphären besteht, einer aus Luft und einer andern aus Dampf. Nun hat Dove in Berlin gezeigt, daß, wenn man vom Gesammtdruck der Atmosphäre, wie ihn das Barometer angibt, den Druck des Wasserdampfes abzieht, der noch übrig bleibende Druck der trocknen Luft znr Zeit der kleinsten Tageswärme (Sonnenaufgang) am größesten, zur Zeit der größesten Tageswärme aber (eine bis zwei Stunden nach dem Mittage), wo die am stärksten erwärmte und ausgedehnte Luft oben abfließt, am kleinsten ist, während umgekehrt der Druck des in der Atmosphäre enthaltenen Wasserdampfes zur Zeit der kleinsten Tageswärme am kleinsten und zur Zeit der größesten Tageswärme, wenigstens für Orte, welche vom Meere oder von Seen, Teichen oder Strömen nicht allzu entfernt sind, am größesten ist. Die täglichen Veränderungen des Drucks der

trockenen Luft und des Wasserdampfes erfolgen also in entgegengesetztem Sinne; da die Größe der ersteren aber im Allgemeinen die der letzteren übertrifft, so erklärt sich hieraus, daß das Barometer, welches den Gesammtdruck der trockenen Luft und des Wasserdampfes anzeigt, innerhalb 24 Stunden abwechselnd zweimal steigt und fällt. Es ist eine Ebbe und Fluth, aber eine solche, die nicht von der Anziehung des Mondes und der Sonne, sondern von der Wirkung der Sonnenwärme auf Luft und Wasser herrührt. Da von den Polen nach dem Aequator hin und bei uns vom Winter zum Sommer der tägliche Unterschied zwischen Tageswärme und Nachtkälte beständig wächst, so nimmt auch die Größe der Schwankung zu. Am regelmäßigsten ist sie unter dem Aequator, beträgt aber doch noch keine volle Linie. Das Barometer steigt alle Tage ungefähr von 4 bis 10 Uhr des Morgens, fällt dann bis 4 Uhr Nachmittags, steigt darauf wieder bis 10 Uhr Abends und fällt endlich auf's Neue bis 4 Uhr Morgens.

Im Allgemeinen steht bei uns das Barometer im Sommer etwas höher als im Winter. Im mittleren und westlichen Europa nehmen nach Dove die jährlichen Barometerschwankungen folgenden Gang: Der atmosphärische Druck nimmt ab vom Januar nach dem Frühjahr hin und erreicht im April in der Regel ein Minimum. Von da ab wächst er langsam, aber stetig bis zum September und fällt dann wieder rasch bis in den November, wo er gewöhnlich zum zweiten Mal auf ein Minimum herabgeht. Der Unterschied beträgt höchstens 4 Linien, stimmt aber merkwürdig mit dem allgemeinen Satze überein, daß ein niedriger Barometerstand feuchtes, ein hoher dagegen heitres Wetter bedeute, denn bekanntlich ist der April wegen seines Wetters verrufen, und die feuchten Nebel und feinen kalten Regen des Novembers sind sogar gefürchtet.

Wir haben den Wasserdampf der Atmosphäre so ausführlich betrachtet, weil seine Veränderung und Verwandlung mehrere Haupterscheinungen des Luftmeeres bildet. Seine

Wichtigkeit leuchtet ein, wenn man erfährt, daß er in Be- Benares in Ostindien im Juli 1825 auf 3½ Prozent des Luftmeeres stieg, dagegen in den sibirischen Steppen so gering gefunden wurde, daß selbst bei einer plötzlichen Temperatur-veränderung von 23 Grad Wärme auf 3 Grad Kälte kein Niederschlag hätte stattfinden können. Der Wasserdampf ist es, der die Südwestwinde für unsere Pflanzen gedeihlich macht; sein Mangel ist es, welcher die verderblichen Wirkungen des afrikanischen Samum bedingt.

Fünftes Kapitel.

Die Wärme als bewegende und verwandelnde Kraft in der Atmosphäre.

Sehen wir in der rauhen Jahreszeit, wenn Frost und Reif die Oberhand gewinnen, daß die Luftbewohner unser Klima verlassen und die Wasserthiere unter Gewölben von Eis eingeschlossen werden; daß alle Insecten entweder verschwinden oder umkommen; daß viele der noch bei uns bleibenden Thiere träge und schläfrig werden und sich Löcher graben, wohin sie ihre Zuflucht nehmen; daß die Erde sich verhärtet, das Pflanzenwachsthum aufhört und die entlaubten Bäume sich unter der Last des Schnees krümmen und niedersenken: so drängt sich uns überall der Begriff von Entkräftung, ja von Vernichtung auf. Wenn wir aber an einem schönen Frühlingstage Alles grünen sehen; wenn wir gewahren, wie alle Keime hervorbrechen, wie Blumen sich öffnen, wie die Bienen wiederaufleben und die Schwalbe wiederkehrt, wenn die liebeflötende Nachtigall sich höeen läßt und der Fink sein zierliches Nest baut und seine Jungen pflegt: so stellt sich uns in dieser ganzen Erscheinung das Bild einer neuen Belebung, ja eine neue Schöpfung dar. Die Wärme ist es, die überall treibt, belebt und entwickelt. Die Luft

wird klarer und das Licht der langen Tage erscheint goldner; der Wind, den wir im Winter fürchteten, weht lind und weich um unsere Stirn; der abgestorbene Rasen wird wieder schwellend und grün; die Kinder, lange genug im Zimmer eingeschlossen, sitzen unter den Bäumen und spielen; die Felder beleben sich an pflügenden und säenden Landleuten Alles hat auf die Wärme geharrt und freut sich nun derselben.

Bei Betrachtung der Bestandtheile des Luftmeeres haben wir schon kennen gelernt, wie sehr der ganze Zustand desselben durch die Wärme bedingt wird. Es wird daher an der Zeit sein, die Eigenschaften dieses drehenden und treibenden Rades, so weit sie sich auf das Luftmeer beziehen, schärfer in's Auge zu fassen. Denken wir uns die Wärme hinweg, so ist Alles todt und starr, und zwar in einer Weise, wie wir es uns nicht einmal vorzustellen vermögen; ja auch nur eine vollkommen gleiche Vertheilung durch alle Räume, durch Luft und Wasser, durch Höhe und Tiefe würde einen Stillstand hervorbringen. Es fehlte die Feder in der Uhr, deren spannende Kraft die Räder in Bewegung setzte.

Was die Wärme sei, ob ein feiner für die Wage nicht bemerkbarer Stoff oder eine Schwingung der kleinsten Theile der Körper, die in ähnlicher Weise für das Gefühl sich kund gibt, wie das Licht für das Auge und der Schall für das Ohr, lassen wir einstweilen unentschieden; es genügt, hier die Wirkungen der Wärme zu betrachten.

Wir theilen die Vorstellung von der Wärme gewöhnlich in die von Wärme und Kälte. Die Luft im hohen Sommer oder das dampfende Wasser nennen wir warm, die Luft im Winter aber oder das Eis nennen wir kalt; in jenem Falle nehmen wir an, daß eine gewisse Menge Wärme in einem Gegenstande anwesend sei, im andern Falle, daß sie fehle. Steigt die Wärme sehr, so daß sie uns unangenehm oder sogar unerträglich wird, so sprechen wir von Hitze, und von

Glühhitze, wenn der Gegenstand dabei einen leuchtenden Schein annimmt. Zwischen Wärme und Kälte haben wir nach unserm Gefühl keine scharfe Gränze, aber die Kälte stellen wir uns ebenfalls als steigend vor.

Es gibt in der That keine Gränze zwischen warm und kalt, weder für den Einzelnen noch für das allgemeine Gefühl. Tauchen wir eine Zeitlang die eine Hand in kaltes, die andere in warmes Wasser und hierauf beide Hände in lauwarmes Wasser, so haben wir an der einen Hand das Gefühl von Wärme, an der andern von Kälte. Nicht selten findet es der Eine da kalt, wo der Andere es noch behaglich warm nennt; nur vom Kaffee pflegt man zu sagen, er sei kalt, wenn er auch noch viel wärmer ist, als frisches Brunnenwasser. Kommt Jemand aus einem Wintersturm in eine Kirche, so ist ihm die dortige Wärme sehr angenehm bis er nach einigen Minuten fühlt, daß es ebenfalls kalt sei.

Wenn also auch von einer Steigerung der Wärme geredet werden kann, so läßt sich doch keine eigentliche Kälte annehmen. Wir nennen denjenigen Körper kalt, der auffallend weniger Wärme besitzt, als ein damit verglichener. Wo aber das geringe Maß der Wärme in Kälte übergeht, vermögen wir nicht zu sagen. Es kommt durchaus auf den Gegenstand an, welchen man fühlt. Zwei Stoffe von gleicher Wärme fühlen sich nicht immer gleich warm an. Wenn man im Sommer ein Glas frisches Brunnenwasser trinkt, so nennt man es eiskalt; wenn man aber im strengen Winter ein solches an die Luft bringt, so dampft es, — es ist aber in beiden Fällen gleich warm. Bekannt ist das Räthsel vom Keller: „Wo ist es am kältesten, wenn es am wärmsten ist? am wärmsten, wenn es am kältesten ist?“ Die ganze Erscheinung beruht nur auf dem Gefühl des Gegensatzes; denn tiefe Keller haben das ganze Jahr hindurch ziemlich gleiche Wärme, etwa die Mittelwärme der Luft. Der Winter von 1833 bis 1834 war in Deutschland außerordentlich ge-

lind, es war ein warmer Winter; 1816 war der Sommer sehr kühl, es war ein kalter Sommer gewesen: der kalte Sommer war aber noch viel wärmer, als der warme Winter.

Gleichwohl könnte man einen Versuch machen, eine Gränze nach unserm Gefühl zu ziehen. Wir würden dann einen Gegenstand warm nennen, so lange er unserer Hand Wärme mittheilt, kalt, sobald er anfängt, uns Wärme zu entziehen. Nun ist zwar die allgemeine Blutwärme bei den Menschen der verschiedensten Himmelsstriche und sogar zu den verschiedensten Jahreszeiten ziemlich gleich, nämlich 29—30 °Ro.; aber bekanntlich ist die Wärme der Hände eine auffallend verschiedene. Da Luft die Wärme langsam entzieht, so ist eine Zimmerwärme von 16 °R. für einen wohlgenährten Menschen hinreichend, indem der geringe Verlust immer wieder ersetzt wird. Doch ist auch dies keine feste Regel. Für manche Person würde diese Wärme viel zu niedrig sein; auch thut die Gewöhnung viel. In der großen Februarkälte von 1835, der größesten in Berlin, so lange man Beobachtungen hat (seit 1729), fand man die Kälte zuletzt lange nicht mehr so auffallend, als in den ersten Tagen. — Wasser entzieht uns die Wärme viel schneller. Eine Luftwärme von 25 — 28° R. würde uns zum Ersticken vorkommen; aber ein Bad von dieser Temperatur dürfte schwächlichen Menschen noch als zu kühl vorkommen. Sobald aber die Wärme des Wassers über die Blutwärme steigt, wirkt sie erhitzend und leicht schädlich, obwohl auch hier die Gewöhnung sehr in Betracht zu kommen scheint. Zu Montd'ore in Frankreich badete man sich im Jahre 1819 in demselben Bade, welches schon zu Julius Cäsar's Zeit angelegt wurde, und zwar ohne Abkühlungsverfahren in dem durch das steinerne Badehaus fließenden Wasserstrom der Quelle, dessen Temperatur 38½° R. ist. Rechnen wir auch nur 33—36°, da eine kleine Abkühlung von selbst eintritt, so ist die Wärme immer noch sehr hoch. Viel höher darf sie für die Meisten nicht steigen.

Carrére vermochte in den 40° warmen Bädern von Roussillon nur drei Minuten zu verweilen. Newton gibt an, daß die ruhig gehaltene Hand 40° zu ertragen vermöge, geringere Wärme aber, wenn sie bewegt wird; — ein Versuch, welchen man leicht anstellen kann und der sich gewöhnlich bestätigen wird. Im Munde vermögen wir eine höhere Wärme zu ertragen; ein Naturforscher erzählte, daß er Weißbier-Suppe von 53 °R. ohne Beschwerde genießen könne. Ein merkwürdiges Beispiel ist der Türke, den Marschall Marmont in einem Bade zu Brussa sah; der Mann konnte lange Zeit bei 62° R. im Wasser verweilen.

Daß kalt und warm nur Abstufungen sind, ist leicht zu beweisen. Alle Erscheinungen, sie mögen durch geringere oder größere Wärme hervorgebracht werden, sind nur ihrem Grade, nicht ihrem Wesen nach verschieden. Legen wir ein Stück Blei auf ein Stück glühenden Eisens, so gibt das Eisen von seiner Wärme ab und das Blei schmilzt. Nehmen wir ein Stück heißes Blei und legen darauf ein Stück Wachs, so gibt ersteres von seiner Wärme ab und macht letzteres flüssig. Dasselbe findet statt, wenn wir ein Stück Eis auf mäßig warmes Wachs legen. In sehr großer Kälte, wie z. B. im hohen Norden von Amerika, auch in Asien beobachtet wird, gefriert auch das Quecksilber. Wird es nun im festen Zustande auf ein Stück Eis gelegt, so gibt auch dieses von seiner Wärme ab, das Quecksilber schmilzt, es wird wieder flüssig. Eine noch weit größere Kälte, als sie in der Natur gefunden wird, kann man durch künstliche Mittel hervorbringen. In solcher Kälte wird z. B. Salpeter-Aether fest und ein Stückchen davon, auf gefrorenes Quecksilber gelegt, schmilzt nun ebenfalls.

Dies wird hinreichend sein, um zu beweisen, daß Wärme und Kälte zwar Gegensätze für unser Gefühl, unter sich aber nicht wesentlich verschieden sind; diese ist nur eine Herabstimmung von jener. Um die Wärme messen zu können, braucht man also ein Instrument, das nichts mit unserer Empfindung zu schaffen hat.

Das **Thermometer** oder der Wärmemesser beruht, wie wir bereits beiläufig kennen gelernt haben, auf der Erfahrung, daß steigende Wärme die Ausdehnung der Körper erhöht. Diese Ausdehnung ist nicht gleich bei den verschiedenen Stoffen. Von der Kälte gefrierenden Wassers bis zur Siedehitze verlängert sich eine Stange Tannenholz nur um $^1/_{2631}$, eine Glasröhre um $^1/_{1161}$, ein Stab von geschmiedetem Eisen um $^1/_{856}$, ein bleierner Stab aber um $^1/_{351}$, also beträchtlich mehr. Beim Quecksilber ist die Ausdehnung zwischen den gewöhnlichen Kälte- und Hitzegraden eine sehr gleichmäßige, nur wenn es sich seinem Gefrierpunkte (32° Kälte R.) oder seinem Siedepunkte (288° R.) nähert, wird sie ungleichmäßig. Sehr groß ist die Ausdehnung der Luftarten; sie beträgt vom Gefrierpunkt des Wassers bis zu seinem Siedepunkte ungefähr $\frac{1}{3}$, d. h. 3 Kubikzoll Luft vermehren sich um 1 Knbikzoll.

Das Thermometer soll um's Jahr 1605 von Cornelius Drebbel in Holland erfunden worden sein; indessen wird die Ehre dieser Erfindung auch dem berühmten Galilei zugeschrieben. Das erste Thermometer war von den unserigen sehr verschieden. Eine Glasröhre, welche oben in eine Kugel endigte, war im untern Theil mit einer gefärbten Flüssigkeit gefüllt und in eine offene Kugel mit derselben Flüssigkeit getäucht. Der obere Theil der Röhre und die Kugel waren voller Luft. In der Wärme dehnte sich die Luft aus und drückte die gefärbte Flüssigkeit etwas herab. Je niedriger also die Flüssigkeit stand, eine desto höhere Wärme bezeichnete sie. Da nun hier aber auch der Luftdruck einwirkte, so war das Instrument nicht zuverlässig.

Die Mitglieder der Academie zu Florenz gaben zuerst dem Thermometer die gegenwärtige Einrichtung, füllten es aber nicht mit Quecksilber, sondern mit Weingeist. Wasserfreier Weingeist wird auch bei den höchsten Graden künstlicher Kälte nicht fest und deßhalb bei Messungen großer Kälte auch gegenwärtig noch angewandt, allein bei etwas

hoher Temperatur verdampft er; darum wird Quecksilber vorgezogen. Eine Glasröhre von geringem innern Durchmesser wird an ihrem einen Ende mit einer Kugel versehen; die Kugel nebst einem Theil der Röhre wird mit reinem Quecksilber gefüllt und damit keine Luft darüber stehe, wird das Quecksilber in's Sieden gebracht und dann der obere Theil der Glasröhre zugeschmolzen. Ist die Röhre überall gleichweit, so wird sie nun durch das Steigen oder Fallen des Quecksilbers das Zu- oder Abnehmen der Wärme in richtigem Verhältniß angeben.

Die florentiner Academie nahm als unteren festen Punkt der Scala die „Kellerwärme" an. Da die Temperatur eines tiefen Kellers oder großer Höhlen in der That durch das ganze Jahr sich wenig oder gar nicht verändert, so genügte das wohl für Thermometer, die sämmtlich in Florenz gefertigt waren, nicht aber für andere. R e a u m u r in Frankreich bezeichnete die Temperatur des schmelzenden Eises oder Schnees als den Nullpunkt der Wärme und theilte den Raum zwischen diesem und dem Punkte des siedenden Wassers in 80 Grade. Grade von gleicher Weite wurden dann auch unterhalb des Nullpunktes verzeichnet, ebenso über dem Siedepunkt. Wir nennen den Nullpunkt gewöhnlich auch Gefrierpunkt; indessen darf nicht vergessen werden, daß Meerwasser oder sehr bewegtes Flußwasser gewöhnlich erst ein wenig unterhalb des Nullpunktes fest wird. Die Reaumur'sche Scala wird meistens in Deutschland angetroffen. Wir werden alle Angaben nach derselben machen, wenn es nicht ausdrücklich bemerkt wird, daß die Zahlen nach einer andern Eintheilung genommen sind.

F a h r e n h e i t in Danzig, der zuerst das Thermometer mit Quecksilber füllte, schrieb an den Eispunkt nicht 0, sondern 32, und an deu Siedpunkt 212. Als Gefrierpunkt nahm er nicht den natürlichen, sondern einen künstlichen, der entsteht, wenn man Schnee und Salmiak mischt. Man kann diese künstliche Kälte (14 $^2/_9$ ^{0} R.) auch herstellen, indem

man ein Pfuud Schnee und drei Pfund Kochsalz von 0° zusammenbringt. Fahrenheit kam aber auf eine solche Annahme, weil er die in dem strengen Winter des Jahres 1709 erlebte Kälte, bei welcher das Thermometer um so viel unter den Eispunkt herabging, als die möglich größeste Kälte ansah. Reaumurs 80 Wärmegrade rühren daher, daß 1000 Theile des von ihm zur Füllung der Therometer angewandten Weingeistes bei einer Erwärmung von Eis- bis zum Siedepunkt des Wassers sich um 80 Theile ausdehnten.

Während in Deutschland die Reaumur'sche, in England die Fahrenheit'sche Eintheilung vorzugsweise angewandt wird, hat man in Frankreich und Schweden die hunderttheilige Scala des Celsius angenommen. Die Verwandlung ist nicht schwer. 16° Kälte nach R. sind 20 nach C. 4 nach F. Der Eispunkt ist 0° R., °C., 32° Wärme F. Die Wärme eines Bades von ziemlich hoher Temperatur ist 28° R. 35° C., 95° F. Für alle Grade über dem Frostpunkte ist also das Verhältniß 4, 5, 9, nachdem man von der Fahrenheit'schen Zahl 32 abgezogen hat.

Will man die Temperatnr der freien Luft richtig erhalten, so muß man bei Anwendung des Thermometers mancherlei Verhältnisse berücksichtigen. Es macht einen großen Unterschied, ob man das Instrument in die Sonne oder in den Schatten stellt; jenes gibt die Sonnen-, dieses die Luftwärme. Auch darf keine strahlende Wärme von nahegelegenen Häusern einwirken; ein Jeder weiß, wie sehr an heitern Sommertagen die Wärme zwischen den Häuserreihen einer Straße erhöht wird. Es ist ferner von Einfluß, ob das Thermometer nahe am Boden oder weit über der Erdfläche steht. Nahe am Boden werden die Unterschiede zwischen Tageswärme und Nachtkälte größer, als auf Anhöhen und hohen Gebäuden.

Wünscht man aber die Temperatur zu erfahren, die zunächst durch die auffallenden Sonnenstrahlen erregt wird,

so ist die Farbe und Oberfläche, sowie die Substanz des Thermometers von Bedeutung. Ein schwarzes Glas wird heißer, als ein weißes; auf Metall wird es sich mehr erhitzen, als auf Holz. Ist aber das Thermometer von einem weißen Glas und ohne besondere Scala, indem letztere auf das Glas geätzt ist, endlich frei aufgestellt, so erhöht sich die Temperatur nur wenig über die im Schatten beobachtete. Bringt man die Thermometerkugel in den Boden, doch so, daß die Röhre ganz hervorragt und gegen das Sonnenlicht geschützt ist, während der Boden beschienen wird, so erhält man die Temperatur der obersten Erdschicht. Zuweilen steigt sie auch in unserm Klima an heißen Sommermittagen auf 35 bis 40°.

Man hat die Beobachtung gemacht, daß bei den Thermometern der Nullpunkt mit der Zeit etwas in die Höhe rückt. Da sich über dem Quecksilber ein leerer Raum befindet, so schreibt man jene Aenderung dem äußern Luftdruck zu, welcher das sehr dünne Glas der Kugel etwas zusammenpreßt. —

Häufig wünscht man den höchsten oder den niedrigsten Thermometerstand einer Gegend oder in einer gewissen Zeit zu wissen, kann aber nicht fortwährend bei dem Instrument bleiben. Dazu bedient man sich der Thermometrographen (Maximum- und Minimumthermometer). Folgende Einrichtung ist die einfachste und bequemste. Beide Instrumente liegen horizontal. Das eine ist mit Quecksilber gefüllt; an der Endfläche desselben liegt ein kleiner feiner Stahldraht; wenn sich nun das Quecksilber ausdehnt, so treibt es das Eisenstückchen vor sich hin und läßt es beim Zurückgehen an der Stelle liegen, wo es seinen höchsten Stand erreicht hatte. Das zweite Thermometer ist mit Weingeist gefüllt; an dem Ende desselben liegt ein feines Glasstäbchen. Zieht sich der Weingeist zusammen, so nimmt er wegen der starken Adhäsion zwischen Weingeist und Glas das Stäbchen mit zurück, läßt es aber liegen, wenn er sich in der Folge wieder

ausdehnt und bezeichnet dadurch die stattgefundene niedrigste Temperatur. Stellt man also etwa Vormittags durch Neigen die beiden Körperchen an die Enden der Flüssigkeit, so kann man am Vormittag des folgenden Tages die höchste und die niedrigste Temperatur der vergangenen 24 Stunden ohne Weiteres ablesen.

Die Mittheilung der Wärme, woher sie nun auch kommen möge, geschieht auf zwei Wegen: durch Leitung und durch Strahlung, wozu für die ganze Erde noch eine dritte kommt: die Wärmezuführung.

Es ist eine bekannte Erscheinung, daß man ein brennendes Schwefelhölzchen fast bis an die Flamme anfassen kann, was bei einem gleichgroßen an einem Ende glühenden Eisenstäbchen nicht möglich wäre. Im Metall also wird die Wärmeleitung schnell, im Holz viel langsamer bewirkt, wie auch die meisten auf der Erde in großen Massen verbreiteten Stoffe schlechte Wärmeleiter sind, so die Gesteine, der Boden, das Holz. Auch Stroh, Wolle, Federn 2c. gehören dazu. Legt man im Sommer bei heiterem Himmel eine Metallmasse und ein ähnlich gearbeitetes Holzplättchen in die Sonne und nimmt nach einiger Zeit beide in die Hand, so fühlt man, daß das Metall viel mehr Wärme aufgenommen hat und nun an die Hand abgibt, als das Holz. Im Winter dagegen, wenn beide Stücke kalt sind, erscheint uns die Kälte des Metalls viel größer, weil es die Wärme der Hand weit schneller absorbirt. Ein lockerer Kiesboden fühlt sich im Sommer oft sehr heiß an; aber dieser Wärmegrad bleibt an der Oberfläche und schon in geringer Tiefe hört er auf. Die Wärme der festen Oberfläche dringt so langsam nach unten, daß man die größeste Bodenwärme in einer Tiefe von 23 Fuß nicht im August, sondern erst im Herbst oder zu Weihnachten findet. Viel tiefer dringt der Unterschied der Jahreszeiten in unsere Gegenden überhaupt nicht hinab, und erst weiter unten macht sich die eigene Wärme des Erdinnern bemerkbar.

Bei den Flüssigkeiten ist das Verhältniß verschieden, je nachdem die Wärme von unten oder von oben kommt. Wird ein kalter Teich von oben durch die Sonne erwärmt, so dringt die Wärme nur sehr langsam hinab. Bei einem über das Feuer gestellten Topf mit Wasser dagegen wird die Wärme rasch durch die ganze Masse verbreitet. Die unteren erwärmten und also ausgedehnten Schichten steigen empor, die kälteren Schichten sinken nieder, bis die ganze Masse auf 80° gekommen ist und nun zu sieden anfängt.

Die Luftarten sind sehr schlechte Wärmeleiter und ihre durch Leitung bewirkte Erwärmung läßt sich kaum nachweisen, da die Luft noch auf eine andere Art leicht von der Wärme durchdrungen wird. Befindet man sich im Winter in der Nähe eines heißen Ofens, so fühlt man, daß Wärme von dem letzteren ausgeht. Wird sie durch die Luft geleitet? Dem widerspricht schon die Erfahrung, daß die in einer kleinen Entfernung vom Ofen gehaltene Hand auf der einen Seite ungleich stärker erwärmt wird, als auf der andern. Bringt man zwischen sich und dem Ofen einen dünnen Schirm von Metall an, sogleich hört das Gefühl, das man vorher hatte, auf. Wäre es Leitung gewesen, so würde der Schirm nichts schaden, da er ein sehr guter Wärmeleiter ist. Wir reden deßhalb von Wärmestrahlen, wie wir von Lichtstrahlen sprechen. Durch viele Körper gehen die Wärmestrahlen mit Leichtigkeit hindurch, so namentlich die Sommerwärme durch heitere Luft; indessen gelangen keineswegs alle Strahlen bis zum Boden herab, ein Theil derselben bleibt in der Luft zurück.

Die auf einen undurchsichtigen Gegenstand fallenden Wärmestrahlen werden von demselben meistens verschluckt; aber er selbst gibt ebenfalls von seiner Wärme ab. Es gibt also zu gleicher Zeit eine Einstrahlung und eine Ausstrahlung. Polirte Metalle nehmen die strahlende Wärme nur schlecht an und strahlen ebenso auch nur wenig aus. Bei rauhen und dunklen Gegenständen, z. B. einem geschwärzten eisernen

Ofen, ist die Strahlung viel stärker, am stärksten ist sie beim Kienruß. Ein dunkler Boden wird also leicht durch die Sonne erwärmt, gibt aber zu gleicher Zeit und in der folgenden Nacht wieder viel Wärme von sich. Gut strahlende Körper, wie Glas, lockerer Kies, Feder und Wolle, sind schlecht leitend; gut leitende dagegen, wie polirte Metalle, z. B. ein Theekessel, sind schlecht strahlend. Hierauf gründen sich viele Einrichtungen des täglichen Lebens.

Die merkwürdige Erscheinung der zugleich stattfindenden Ein- und Ausstrahlung hat zur Folge, daß sehr verschieden erwärmte Körper in einem geschlossenen Raume allmählich eine gleiche Temperatur annehmen. Bringt man einen kalten Tisch in ein geheiztes Zimmer, dessen Wände gut durchgewärmt sind, so verliert der Tisch Wärme, die er nach den Wänden schickt, erhält aber seinen Verlust reichlich ersetzt, durch die wärmeren Strahlen dieser und nimmt nach und nach die Temperatur des Zimmers an. Behält er dann diesen Wärmegrad, so ist das kein Zustand der Ruhe, sondern eine Wirkung der immerwährenden Bewegung und Ausgleichung. In jedem Augenblick verliert der Tisch Wärme allein sie wird ihm durch die Umgebung immer wieder ersetzt. Würden die Wände hinweggenommen, so würde der Tisch, je nach dem Zustande seiner neuen Umgebung, bald wärmer oder kälter werden. Man nennt deßhalb eine auf demselben Punkte bleibende Temperatur ein **bewegliches Gleichgewicht**. Die große Rolle, welche dasselbe für die Erde und ihre Atmosphäre spielt, werden wir seiner Zeit kennen lernen.

Wir nannten als eine dritte auf der Erde wirkende Art der Wärmemittheilung die Wärmezuführung. Wenn wir die Thüre eines geheizten Zimmers öffnen, so fühlen wir am Boden hin einen kalten Luftzug, während oben warme Luft nach außen entweicht. Hier wird die Wärme also weder durch Leitung noch durch Strahlung fortgeführt, sondern die erwärmte oder abge-

kühlte Luftmasse selbst bringt eine gewisse Wärme mit sich. Die Winde, selbst durch die Verschiedenheit der Wärme entstanden, bewirken also eine Ausgleichung. Von den Polen her kommen abkühlende Luftströme, während aus den oberen Luftschichten der heißen Zone Wärme zu uns geführt wird. Die Winde sind, so möchte man sagen, riesenhafte Räder, getrieben von der mächtigen Kraft der Wärme, und während sie uns oft als regellose, verwüstende Aufregungen des Luftmeeres erschienen, haben wir sie als erhaltende und ausgleichende Bewegungen eines ungeheuren leichtflüssigen Meeres zu betrachten.

Aehnlich wie die Luft wird auch das Meer durch die Wärme in Strömungen versetzt, die den benachbarten Küsten entweder eine Temperatur-Erhöhung oder Erniedrigung bringen. So sehen wir überall die Wärme als treibende und bewegende Kraft. Aber auch als verwandelnde Macht wollen wir sie noch kennen lernen.

Wenn im Frühling die kahlen Bäume sich wieder mit Laub bedecken und eine vollere Gestalt annehmen; wenn die in die Erde gelegten Samen zu schwellen beginnen und neue Pflanzen aus ihnen erwachsen; wenn im bebrüteten Ei des Vogels sich ein junges Leben regt und die nährende Flüssigkeit sich in ein kleines Hühnchen oder Rothkehlchen verwandelt, so zweifelt wohl Niemand an der wunderbaren Bildungskraft der Wärme. Wir wollen hier jedoch nur die Erscheinungen betrachten, welche wir das Freiwerden und die Bindung der Wärme nennen und die bei den Niederschlägen des Wasserdampfes, beim Gefrieren des Wassers und umgekehrt bei der Entstehung des Wasserdampfes und dem Schmelzen des Eises beobachtet werden. Vorher indessen noch ein Wort über die damit zusammenhängende Erwärmbarkeit der Körper.

Wie zwei Menschen nicht mit einer gleichen Portion Gemüse oder Fleisch gesättigt werden, so bedürfen auch verschiedene Körper oft einer verschiedenen Wärmemenge, um dieselbe

Temperatur zu zeigen. Angenommen, es solle ein Pfund Wasser und ein Pfund Eisen von 0° bis 40° erwärmt werden. Das Wasser verzehrt dabei eine ungleich größere Portion Wärme, als das Eisen. Machen wir einige Versuche, um das Verhältniß zu erfahren.

Es wird ein Gefäß mit recht dünnen Wänden gewählt, das nicht viel Wärme aufzunehmen vermag. Nun gießt man ein Pfund Wasser von 40° hinein und bemerkt nach der Mischung beider Massen eine Temperatur von 20°. Welches die Wärmegrade auch sein mögen, bei gleichen Wassermassen wird die neue Temperatur immer genau in der Mitte liegen. Nicht so, wenn wir in ein Pfund Wasser von 0° ein Pfund Eisenfeile schütten, das auf 40° erwärmt war. Die neue Wärme ist nicht mehr 20, sondern kaum 4°. Die Eisenfeilspähne haben also 36° Wärme verloren, das Wasser aber ist dadurch nur um 4° erwärmt worden; Wasser erfordert 9 mal so viel Wärme, um auf eine gewisse Temperatur gebracht zu werden, als Eisen. Man nennt die Fähigkeit eines Körpers viel oder wenig Wärme aufzunehmen, seine Wärmecapacität, die also zu seiner Erwärmbarkeit gerade im umgekehrten Verhältniß steht. Von allen festen und flüssigen Körpern besitzt das Wasser die größeste specifische Wärme, Bei einerlei Angabe des Thermometers enthält es z. B. 9 mal so viel als Eisen, 11 mal so viel als Messing, doppelt so viel als Holz. Auch die Luftarten haben eine geringere specifische Wärme (mit Ausnahme des Wasserstoffes); die atmosphärische Luft etwa $\frac{1}{4}$, der Wasserdampf $\frac{6}{7}$ im Vergleich zum Wasser. Da auch die specifische Wärme des Erdbodens nur ungefähr $\frac{1}{4}$ von der des Wassers beträgt, seine Erwärmbarkeit also 4 mal so groß ist, so muß derselbe, wenn ihm durch die Sonnenstrahlen oder durch warme Luftströme Wärme zugeführt wird, sich viel schneller, als das Wasser erwärmen. Umgekehrt aber ist auch seine Ausstrahlung viel größer und durch kalte Winde wird ihm rasch Wärme entzogen. Darum sind die Inseln der wärmeren Himmels-

striche am Tage auffallend wärmer, in heiteren Nächten, in denen die Ausstrahlung sehr stark ist, ungleich kühler, als das benachbarte Meer.

Wie wir jetzt Wärme beobachten konnten, von der das Thermometer nichts angibt, so geschieht es auch bei Verwandlung der Flüssigkeiten in feste oder luftförmige Stoffe. Zuerst vom Schmelzen und Gefrieren. Wenn man an einem kalten Wintertage eine Schüssel mit zerstoßenem Eise oder hartem Schnee in ein geheiztes Zimmer bringt und ein Thermometer in die kalte Masse stellt, so wird es zuerst auf den Kältegrad des Eises oder Schnees sinken. Allmählig wird das Eis wärmer, das Thermometer steigt. Das Eis fängt an zu schmelzen, das Thermometer steht auf 0°; das Eis schmilzt weiter, aber nun steigt das Thermometer nicht mehr: es bleibt unveränderlich auf 0° stehen, bis alles Eis oder aller Schnee in der Schüssel sich in Wasser verwandelt hat. Stellt man die Schüssel über Feuer, so ist es ebenso. Indem das Wasser sich weiter erwärmt, steigt das Thermometer bis 80°, und dann tritt während des Siedens wieder so lange ein Stillstand ein, bis alles Wasser in Dampf verwandelt ist.

Wir haben also hier Wärme entstehen sehen, welche nur verbraucht wurde, um den sogenannten Aggregatzustand*) eines Körpers zu verändern. Sie verschwindet scheinbar; der Franzose sagt, sie versteckt sich; wir nennen es gebundene oder latente Wärme. Die nämliche Wärmemenge, welche im Stande ist, ein Pfund Eis in Wasser zu verwandeln, würde hinreichen, ein Pfund Wasser von 0° auf 64° zu erwärmen. Wenn man ein Pfund pulverisirtes Eis oder ein Pfund Schnee mit einem Pfund Wasser von 64° vermischt, so kann man sich von der Richtigkeit der Angabe überzeugen; das Eis wird schmelzen, aber das Wasser wird auf 0° sinken.

*) Aggregatzustand ist der besondere Zustand der Vereinigung, in dem sich die Theile eines Körpers mit einander verbunden finden: der feste und der flüssige.

Bei dem Uebergange eines jeden festen Körpers in den flüssigen Zustand wird Wärme gebunden. Sie geht für die Umgebung verloren, aber sie erscheint wieder, wenn der Körper auf's Neue gefriert. Man sieht dies z. B. daran, daß in ruhigen Herbstnächten ein Blumenstock nicht erfriert, wenn man ein großes Gefäß mit Wasser daneben stellt. Indem das Wasser sich in Eis verwandelt, wird Wärme frei und schützt die Pflanzen gegen den Frost. Daß das Eis erst eine bedeutende Wärmemenge aufnehmen muß, um in Wasser verwandelt zu werden, und umgekehrt diese Wärme dem Wasser wieder entzogen werden muß, ehe es zu Eis erstarren kann, hat im Haushalt der Natur eine große Wichtigkeit. Ohne diesen Umstand würde bei eintretender Frühlingswärme das Schmelzen von Eis und Schnee beinahe plötzlich erfolgen und von noch ärgeren Ueberschwemmungen begleitet sein, als wir sie in dem Frühling, in welchem ich dies schreibe (1855), an der Weichsel und andern deutschen Strömen erfahren habe. Umgekehrt würden im Winter, wenn die Lufttemperatur auf 0° herabsinkt, Seen und Flüsse plötzlich mit Eis bedeckt werden.

Noch größer ist die gebundene Wärme des Wasserdampfes. 10 Pfund von 0° und ein Pfund von 80° würden gemischt 8° Wärme zeigen. Aber 10 Pfund Wasser von 0° und ein Pfund Dampf von 80° (siedendes Wasser und der daraus steigende Dampf haben dieselbe Wärme) zusammengebracht geben 11 Pfund Wasser nicht von 8, sondern von 34°. Indem die Dämpfe sich in Wasser verwandeln, geben sie die Wärme wieder ab, die bei ihrer Bildung verschwunden war. Dieselbe Wärmemenge, welche also verzehrt wird, um 1 Pfund Wasser von 0° in Dampf aufzulösen, würde im Stande sein, 10 Pfund Wasser von 0° bis 43° zu erwärmen, oder was dasselbe ist, 1 Pfund auf 440°, oder auch 440 Pfund auf 1°.

Auch diese Erscheinung ist von großer Bedeutung im allgemeinen Naturhaushalt, wie im täglichen Leben. Ohne sie

würde die Verdunstung des Wassers an der Oberfläche der Erde ungleich rascher erfolgen; umgekehrt eine Zurückverwandlung in Wasser plötzlich die gewaltigsten Regengüsse verursachen. Bei jedem Regen muß in der Höhe Wärme frei werden; unten dagegen entsteht bei oder nach Regenwetter die allbekannte Verdunstungskälte. Wir würden unter der Sommerwärme erliegen, wenn nicht durch Ausdünstung und Schweiß beständig eine wohlthätige Abkühlung herbeigeführt würde, weshalb denn auch die größeste Sonnenhitze oder der Aufenthalt in heißen Ländern die Temperatur des Blutes nicht beträchtlich erhöht. Wenn aber an Sommertagen, besonders vor Gewittern, die Luft schon mit Feuchtigkeit gesättigt ist, hört die Abkühlung der Haut fast auf; daher die drückende Schwüle, ohne daß etwa das Thermometer bedeutend hoch zu stehen brauchte. Auch wenn durch eine Erkältung der Schweiß unterdrückt ist, fühlen wir eine starke innere Hitze, weil die abkühlende Ursache fehlt. Windiges Wetter scheint uns weit kälter, als ruhige Luft, weil es die Verdampfung durch beständig neue Zuführung noch nicht gesättigter Luft erhöht.

Wärme ist Kraft. Es gehört eine ganz erstaunliche Arbeit dazu, um die obere dünne Schicht eines Sees in Dampf zu verwandeln. Einige Beispiele werden dies deutlich machen. Einen Scheffel Waizen zu mahlen, kostet dem Fluß, dem Winde oder Dampfe so viel Arbeit, als 2½ Millionen Pfund auf einen Fuß Höhe zu heben. Oder: 15 bis 18 Pfund Steinkohle in einer Dampfmaschine verbrannt, bringen so viel nützliche Arbeit hervor, als 2½ Millionen Pfund, die von 1 Fuß Höhe herabsinken. Die Wärme der Atmosphäre wirkt, indem sie Dampf erzeugt, ähnlich wie das Feuer einer Dampfmaschine. Wir messen die Arbeit der Atmosphäre, wenn wir, ganz abgesehen von der Gewalt der Winde, nur die Kraft des fallenden Regens abschätzen, der doch erst gehoben werden mußte. In der Kriegsschule zu Metz hat man die jährlich in dortiger Gegend fallende Regenhöhe auf 19 bis 23 Zoll beobachtet. Nimmt man nun

eine Fläche von einer Quadratruthe, so ergibt dieselbe 252 Kubikfuß oder 16,632 Pfund. Bei einer mittleren Wolkenhöhe von 3800 Fuß übt das herabstürzende Gewicht des Regens auf einer Quadratruthe die ungeheure Arbeit von 63 Millionen Pfund auf 1 Fuß Höhe gehoben, oder für die Quadratmeile 160,000 Pferdekräfte. Auch wenn in Anschlag gebracht wird, daß ein Theil der Regenmasse erst in geringer Höhe dazukommt, bleibt immer noch eine furchtbare Arbeit übrig.

Jede Verdunstung macht Wärme verschwinden, jede Abkühlung bis zur Tropfenbildung macht sie wieder frei; es geht nichts von ihr verloren. Wenn eine Dampfmaschine eine Kanone bohrt, so ist die dabei entstehende Hitze gleich der Kraft des treibenden Dampfes. Eine ähnliche Ausgleichung findet in der Atmosphäre statt. Die Sonnenwärme, welche nicht wieder durch die Ausstrahlung der Erde nach dem Weltenraume verloren geht, kann zwar in der Dampfbildung sich verbergen, aber sie kommt bald wieder zum Vorschein, wenn Regen, Schnee oder Thau entsteht. Sie wird vielleicht gleich auf's Neue gebunden, aber doch wieder anders vertheilt. Die Wärme ist die bewegende und verwandelnde Kraft; so lange sie verschieden vertheilt ist, kann es in der Atmosphäre nicht zum Stillstande kommen. So ist sie denn auch bedingend für die andern Lufterscheinungen. Nur durch sie vermögen wir die Witterungsverhältnisse in ihrem Zusamnenhange zu erkennen. Die Wissenschaft ist so weit gelangt, namentlich durch Humboldt, Kämtz und Dove, die Verkettung von Wärme, Wind und Wetter in ihren Hauptzügen darlegen zu können. Um das allgemeine Bild der Atmosphäre zu vollenden, haben wir sie also noch als den Schauplatz immerwährender, unter sich zusammenhängender Veränderungen zu betrachten und gehen erst dann zur Darstellung des Einzelnen über. Nur durch Betrachtung des Ganzen lernt man die Stellung des Einzelnen kennen. Daß wir nicht mehr auf die Be-

schreibungen von Nebel und Wolken, Thau und Regen, Schnee und Eis oder Blitz und Feuerkugeln beschränkt sind, sondern Wärme, Wind und Wetter in ihrem Zusammenhange mit dem ganzen Erdleben erkennen, verdanken wir hauptsächlich den vorgenannten Männern, und das ist der Unterschied der alten und der neuen Witterungslehre.

Sechstes Kapitel.

Ueberſicht der Luft-Erſcheinungen nach ihrem innern Zuſammenhange.

Im Kleinen wie im Großen iſt der Luftkreis ein Schauplatz unaufhörlicher Veränderungen. Der Schall der menſchlichen Stimme wie der Geſang des Vogels entſteht nicht ohne eine kleine ſchnell wieder aufhörende Erſchütterung des erſten. Kein Feuer auf dem Heerde kann brennen, ohne Luft zu erwärmen, auszudehnen und Strömungen zu veranlaſſen, die ſich durch den emporwirbelnden Rauch verrathen. Kein Wald wird ausgerodet, ohne daß dadurch die Feuchtigkeit der Luft eine Veränderung erfährt. Größer aber ſind die Wirkungen der über die Erde vertheilten Sonnenwärme. Wir ſehen ſie in den Winden und Gewittern, in den Strömungen des Meeres und dem Klima der Länder. Die Miſchung der Luft iſt in der Nacht eine andere, als am Tage, im Frühling eine andere, als im Herbſt. Bald iſt der Himmel klar, bald von Wolken überzogen, und die letzteren ſelbſt nehmen wieder ſehr verſchiedene Geſtalten an. Eben ſo verſchieden ſind die Formen des Waſſers, das aus ihnen niederfällt.

Zu den Lufterſcheinungen oder Meteoren aber wurde früher gewöhnlich nur das in die Augen Fallende, das Ungewöhnliche oder Maſſenhafte gerechnet. Für uns iſt indeß auch der Thautropfen ein Meteor. — Eine alte Eintheilung der Meteore (von Muſchenbroek) iſt die in feſte, flüſſige und

feurige; Beispiele dazu wären der Hagel, der Regen und die Feuerkugeln. Später kamen noch die glänzenden hinzu, wie etwa der Regenbogen; die neuest angenommenen sind die Wärme=Meteore.

Allein derartige Eintheilungen genügen jetzt nicht mehr, sie waren ausreichend in Zeiten, wo man viel von feurigen Drachen und dem St. Elmsfeuer oder den Irrwischen erzählte, aber die bewegende und treibende Macht der Wärme im Luftkreise noch nicht kannte. Die Wärme ist jedoch für uns das Erste.

Die Hauptquelle der Wärme auf der Erde ist die Sonne. Die Sonne sendet ihre Strahlen durch die Luft bis auf die Grundfläche herab, und die unmittelbare Erwärmung der Luft ist nur unbedeutend. Aber durch die Erwärmung des Bodens und des Wassers erhält auch die darauf ruhende Luft eine höhere Temperatur und wird von aufsteigenden Dämpfen durchdrungen. Je nach der Lage eines Landes sind indessen seine Tages= und Jahreszeiten verschieden. Die Verbreitung der Sonnenwärme auf der Erdoberfläche ist eine ungleiche, und diese Ungleichheit wird überdies noch durch die verschiedene Natur und Erhebung der Länder gesteigert, oft auch vermindert. Das Klima der Länder hängt sonach von vielfältigen Ursachen ab. Die Sonne wirkt nicht allein, die Erde wirkt mit, indem sie die Sonnenwärme sich auf verschiedene Weise aneignet und mannigfaltig über sich vertheilt.

Die erwärmte Luft steigt auf und fließt nach den Seiten ab. So entsteht eine vom Aequator nach jedem Pol hingehende warme Strömung, reich an Feuchtigkeit; aber wir lernen sie erst kennen, nachdem sie einen weiten Weg gemacht hat und sich schon der Erdoberfläche nähert oder auf dieselbe herabkommt. Besser kennen wir die Zuströmung der kalten Luft nach dem heißen Erdgürtel hin; denn sie geschieht unmittelbar auf der Fläche des Landes oder des Meeres und wird durch ihre Regelmäßigkeit

dem Schiffe wichtig. Weil aber die Erde sich dreht, so werden die Winde auf ihrer langen Reise von ihrer ursprünglichen Richtung abgelenkt. Wo beide Ströme um die Herrschaft kämpfen, wird der Wind unregelmäßiger, doch ist dann noch in seiner Drehung ein Gesetz zu erkennen. Selbst die Stürme, wild und oft verderbenbringend, zeigen in ihrer Richtung und Wirbelbewegung ein gewisses Gesetz. Durch die Verschiedenheit der Wärme erzeugt, wirken die Winde wieder auf die Wärme zurück. Wo lange die warme Strömung die Herrschaft behält, zeichnen sich ganze Monate oder Jahreszeiten durch ungewöhnliche Wärme aus; dafür aber muß ein anderer Theil der Erde lange Zeit die Herrschaft der kalten Strömung ertragen.

Bei heiterem Himmel geschieht die Wärmeausstrahlung der Erde mit großer Kraft, der Boden kühlt sich ab und der Wasserdampf der Luft wird sichtbar als Thau oder Reif oder auch nur als Nebel. Wenn aber in der Höhe warme und kalte Luftströmungen sich mischen, so wird durch Verdichtung des Wasserdampfes das Blau des Himmels geschwächt oder unsichtbar gemacht. Es entstehen lockige, haufenartige oder geschichtete Wolken, die endlich bei zunehmender Verdunstung sich in Regen, Schnee, Graupel oder Hagel verwandeln. Wo die Luftströmungen eine große Regelmäßigkeit zeigen, da ist auch der Regen sehr bestimmt an die Jahreszeiten vertheilt. Wo die Luftströmungen mehr im Kampfe sind, sind auch die Niederschläge veränderlich und ungewisser.

Nicht bloß die Wärme der Sonne, auch ihr Licht macht sich bei den Lufterscheinungen geltend; doch sind seine Wirkungen nur begleitende. In der Luft erzeugt es das Blau des Himmels und zuweilen die wunderbaren Erscheinungen der Spiegelung. In Luft und Wasserdampf entsteht die Dämmerung, in den Wolken die Morgen- und Abendröthe, so wie Lichtkränze und Höfe um

Sonne und Mond, die auf die nächstfolgende Witterung ziemlich sicher schließen lassen. In den fallenden Regentropfen endlich bildet sich der Regenbogen. Bei schneller und massenhafter Wolken- und Regenbildung sehen wir oft auch eine begleitende Erscheinung elektrischer Natur. Der Blitz beim Gewitter ist nicht die Ursache, sondern die Wirkung desselben.

Die Erde als Ganzes bringt eine Erscheinung hervor, die wir den Magnetismus der Erde nennen und die offenbar mit ihrer Erwärmung von innen oder außen im Zusammenhange steht. Zuweilen bricht jene Kraft in solcher Stärke leuchtend hervor, daß sie nicht nur in den Polargegenden, sondern auch in den gemäßigten Erdstrichen gesehen wird. Wir nennen sie dann das Nordlicht. Wie hier von innen her, oder doch von unten herauf, so tritt nicht selten auch von oben, aus dem Weltenraume, eine Erscheinung in die Atmosphäre ein, und zwar nicht bloß sichtbar, sondern auch greifbar; es sind die Sternschnuppen, Feuerkugeln und Meteorsteine. Sowohl Nordlicht, als Sternschnuppen sind übrigens noch näher zu erforschen; für unsere Witterungsverhältnisse können sie nur als fremdartige Erscheinungen gelten. —

Soweit die Erscheinungen im Luftkreise an sich. Die Zusammensetzung der Luft, ihre Wärme und Feuchtigkeit sind aber auch Bedingungen alles organischen Lebens auf der Erde. Wir haben darum auch die Entdeckung der atmosphärischen Luftarten, ihren Austausch zwischen dem Pflanzen- und Thierreich, die Bedeutung des Klimas für die Verbreitung der Pflanzen, die Beschaffenheit der Luft in Ebenen und auf Gebirgen, die besondere Natur der Alpenpflanzen, den Einfluß der Witterungsverhältnisse auf die Thiere, endlich die Bedeutung der Witterung und des Klima's für die Menschen und Völker in einem zweiten Abschnitte noch näher zu betrachten.

Zweiter Theil.

Die Wärme-Verhältnisse des Luftmeeres.

Erstes Kapitel.

Die Sonne als Wärmequell für die Erdoberfläche.

Der Planet, welchen wir bewohnen, nimmt in der Reihe der übrigen eine mittlere Stellung ein; indessen müssen wir ihn doch eher zu den der Sonne näheren zählen. Die große Weltleuchte — sie ist es wenigstens für unser Planetensystem — wirkt also kräftiger auf die Erde, als auf viele andere Wandelsterne; wir sind dem allbelebenden Herzen näher gestellt und empfinden seinen Pulsschlag stärker. Die Sonne ist für uns der Urquell des Lichts und der strahlenden Wärme; sie weckt auf der Erde alle organische Lebensthätigkeit, ohne ihren Einfluß vermögen wir uns gegenwärtig kein Pflanzen- oder Thierleben zu denken, sie verursacht auf der Erde eine ganze Reihe von Veränderungen. Durch ihre Anziehung nimmt sie Theil an der Bewegung des Meeres durch Ebbe und Fluth; durch ihr Licht ruft sie die zarten Keime der Pflanzen nach oben, erzeugt den Grünstoff in den Blättern und färbt die duftenden Blüthen, wiederholt tausendfach ihr eigenes Bild im Spiel der Welle, im thaunassen bewegten Grashalm der Wiese oder im fallenden Regentropfen und wirkt endlich auf das Innere des Menschen, auf seine geistige Erregbarkeit und seine Stimmung ein. Durch ihre Wärme treibt sie das Wasser als Dampf in die Luft empor, erregt Luftströmungen von unten nach oben und von einem Theile der Erde zum andern, auch Meeresströmungen, welche Geröll

mit sich fortführen und wieder sinken lassen und auf diese Weise die Küsten verändern, oder welche die Nuß der Kokospalme zu neuen Koralleninseln tragen und dadurch das grüne Kleid der Erde weiter ausbreiten. Endlich wirkt sie auf die magnetische Thätigkeit der Erde, indem sie die magnetische Kraft des Erdäußern stärkt oder schwächt.

So lange menschliche Erfahrung reicht, ist die Sonne in ihren Einflüssen auf die Erde, insofern nicht letztere selbst durch ihre Stellung und Bewegung Veränderungen der Tages- und Jahreszeiten, vielleicht auch Veränderungen im Lauf der Jahrtausende erzeugt, sich gleich geblieben. Blicken wir auf die Sonnenscheibe, so erscheint sie uns wie eine strahlende Masse flüssigen Goldes; indessen hat man auch dunkle Flecken auf ihr entdeckt, die durch ihre Bewegung auf eine Umdrehung der Sonne schließen lassen, sich aber oft schnell, oft langsam wieder verändern und verschwinden. Durch Beobachtung dieser Flecken und ihrer Umgebung, so wie einer merkwürdigen Lichterscheinung am Sonnenrande bei der totalen Sonnenfinsterniß am 8. Juli 1842 ist man zu der Annahme gekommen, daß der Sonnenkörper selbst fast ganz dunkel, allein in einer großen Entfernung von einer Lichthülle umgeben sei. Durch Strömungen von unten nach oben entstehen trichterförmige Oeffnungen in dieser Lichthülle, der dunkle Sonnenkörper wird an einer Stelle sichtbar, doch ist der schwarze Kern noch deutlich von einem aschgrauen Hofe umgeben. Deshalb werden gegenwärtig drei Umhüllungen der dunkeln Sonnenkugel angeuommen: zunächst eine innere, wolkenartige Dunsthülle; darüber die Lichthülle, und über dieser eine äußere Wolkenhülle, an und für sich dunkel und nur von unten erleuchtet und durchstrahlt.

Außer Sonnenflecken bemerkt man auch sogenannte Sonnenfackeln, Stellen, welche stärker als die übrige Scheibe leuchten. Uebrigens ist es merkwürdig, daß die Sonnenflecken nicht in der Mitte der Scheibe, sondern nach oben oder unten zu, jedoch nicht in den Polargegenden gesehen werden.

Da die Sonnenfackeln und Sonnenflecken auf eine starke Aufregung des Sonnenlichts schließen lassen, so nahm William Herschel an, daß zur Zeit ihrer Erscheinung die Erwärmung der Erde größer sei, und hielt es für möglich, daß die Abwesenheit von Sonnenflecken mit den hohen Kornpreisen und den Klagen über schlechte Ernten in Verbindung stehen könne. Doch war es Herschel selbst bekannt, daß die hohen Kornpreise in einem Theil von Europa nicht auf eine schlechte Getraideernte von ganz Europa schließen lassen. Durch Dove's Vergleichungen aber wissen wir ferner, daß ein kühles Jahr in Europa noch keineswegs einen Mangel an Wärme auf der ganzen Erde bedeutet. Gewöhnlich liegen in solchem Falle zwei große Witterungsgegensätze seitlich neben einander, namentlich bilden Europa und der gemäßigte Theil von Nordamerika sehr oft solch einen Gegensatz. Wenn wir von Sibirien her einen strengen Winter erleiden, hat Nordamerika meistens milde Witterung, und umgekehrt — eine Erscheinung, die mit dem stets zunehmenden Verkehr der Erdtheile von wohlthätigen Folgen sein muß, weil der Mangel der einen Gegend durch den Ueberfluß der andern einen Ersatz findet.

Auch eine erkältende Wirkung der Sonnenflecken ist behauptet worden. Aber die Jahre mit vielen Sonnenflecken zeigten kaum eine um ½ Grad ermäßigte Wärme, und es ist deßhalb sehr wahrscheinlich, daß nicht die Sonne, sondern die Windesrichtungen solcher Jahre die kleinen Veränderungen erzeugt haben. Alte Geschichtsbücher reden von zeitweiligen Verdunkelungen der Sonne oder von einer schreckhaften Abnahme des Tageslichtes. Da die längste mögliche Verfinsterung der Sonne durch die Mondscheibe am Aequator kaum 8 Minuten, für die Breite von Paris nur etwa 6 Minuten dauern kann, so wären für dergleichen Verdunkelungen andere Ursachen zu suchen. Haben sie nicht in der Sonne selbst gelegen, so müßten es Verdunkelungen der Atmosphäre gewesen sein: Passatstaub, Tintenregen oder mehrtägige Sandregen, wie sie in China gesehen worden sind. Dabei wäre aber immer nicht erklärlich, wie

man zu Mittage hätte Sterne sehen können, so daß wir ein gut Theil jener Geschichten zu den Fabeln rechnen dürfen.

Das Sonnenlicht ist im Vergleich zu dem nur gespiegelten Licht des Mondes von erstaunlicher Stärke. Auch die hellsten künstlichen Lichter, die man hervorzubringen vermocht hat, reichten bei Weitem nicht an die Kraft des Sonnenlichts. Das bekannte Drummond'sche Kreide- oder Kalklicht, das zu den Sonnenaufgängen in Theatern oder bei optischen Vorstellungen benutzt wird, verhält sich, so blendend es ist, zu dem der Sonnenscheibe nur wie 1 zu 146. Der leuchtende elektrische Strom, welchen Davy zwischen zwei Kohlenspitzen hervorbrachte, und der ebenfalls bei optischen Vorstellungen benutzt worden ist, konnte nur so weit gesteigert werden, daß er etwa $1/_3$ des Sonnenlichts betrug. Das blendende Drummond'sche Licht, vor die Sonnenscheibe gehalten, bildet auf derselben einen schwarzen Flecken, und schon Galilei behauptete aus dem Verschwinden der Venus bei ihrer Annäherung an die strahlende Sonne, daß der schwärzeste Kern der Sonnenflecken leuchtender sei, als die hellsten Theile des Vollmondes. Mögen also die Sonnenflecken wirklich etwas weniger Wärme ausstrahlen, als die hellen Theile der Scheibe, so dürfen wir sie doch nicht finster nennen.

Die Licht- und Wärmestrahlen der Sonne scheinen nicht dieselben zu sein; wenigstens kommt es vor, daß Körper, z. B. eine Kugel von Eisen, Wärme ausstrahlen, ohne daß ein Lichtschimmer bemerkt würde. Aber doch richtet sich der Grad der Erwärmung eben so wie der Grad der Erleuchtung nach der Richtung, in welche die Strahlen der Sonne auf einen Gegenstand fallen. Je höher die Sonne steht, desto mehr nähert sich die Richtung der Strahlen der senkrechten, und desto größer ist die Wärme, die sie erzeugen, da eine viel größere Anzahl von Strahlen auf eine Fläche trifft, wenn sie im rechten Winkel zu denselben, als wenn sie schräg steht. Man kann dies am Tage bei Sonnen- oder Abends bei Kerzenlicht leicht mit einem Buche prüfen.

Die Theile der Erde nehmen aber im Verlauf eines Jahres eine sehr verschiedene Stellung zur Sonne ein. Während die Gegenden am Aequator ganz oder ziemlich senkrecht beschienen werden, treffen die Sonnenstrahlen in Europa im Allgemeinen schon sehr schräg auf und an den Polen schießen sie so zu sagen nur vorbei. Daher ist der Grad der Erwärmung ein sehr verschiedener. Am Aequator treffen wir eine mittlere Temperatur von 21 bis 22 Grad, auf Teneriffa nur 17 Grad, in Paris 8 bis 9, und am Nordkap in Norwegen sinkt sie bis auf den Gefrierpunkt herab.

Wenn die Erde das ganze Jahr so stände, wie am 21. März und 23. September, so würden alle Gegenden der Erde immer 12 Stunden Tag und 12 Stunden Nacht 'haben, aber die Erwärmung am Aequator würde ungleich stärker sein, als nach den Polen hin; denn während dort die Sonne senkrecht auf- und niederstiege und zu Mittage gerade über dem Kopfe der Bewohner stünde, beschriebe sie nach Norden und Süden hin eine immer schrägere und schrägere Bahn und würde zuletzt nur am Horizont hinschleichen. Die schräge Stellung der Erde ist Ursache, daß dieses Verhältniß nur zweimal im Jahr eintritt. Bis 23$^1/_3$ Grad nördlich und südlich vom Aequator kommt jeder Ort jährlich zweimal senkrecht unter die Sonne, die Gegenden darüber hinaus haben wenigstens den Vortheil, daß die Sonne sich im Sommer ihrem Scheitelpunkt bedeutend nähert. Von der Erde aus gesehen, scheint der Sonnenstand sich zu verändern, auf- und niederzurücken oder hin- und her zu wanken, die Sonne bildet zwischen den beiden Wendekreisen am Himmel (die auf der Erde sind nur hierher übertragen) währdes Jahres eine aus 365 zur Hälfte vorwärts, zur Hälfte rückwärts gehenden Windungen bestehende Schraubenlinie. Auf diesem 705 deutsche Meilen breiten Erdstreifen gibt es demnach 2 Sommer, weil 2 höchste Sonnenstände, und ebenso 2 Winter. Aber beide sind in ihrer Wärme nur unbedeutend verschieden, und blos auf dem Aequator ist ihre Länge gleich; je näher nach den Wendekreisen, desto näher fallen die beiden höchsten Son-

nenstände aneinander, bis sie auf den Wendekreisen selbst zusammentreffen, indem dort die Sonne nur einmal, an 21. Juni auf dem nördlichen, am 21. Dezember auf dem südlichen Wendekreise, in den Scheitelpunkt rückt. Ueberdies ist in der heißen Zone die Namengebung der Jahreszeiten die umgekehrte von der bei uns geltenden; gerade die Zeit nach dem höchsten Sonnenstande nennt man Winter, weil sie durch die langen regelmäßigen Regen ausgezeichnet ist, welche eine Abkühlung bewirken.

Die schräge Stellung der Erde bei ihrem Umlauf um die Sonne hat außerdem damit zusammenhängend die Folge, daß die Tages- und Nachtlängen vom Aequator an einen immer größeren Unterschied erreichen. Am Aequator selbst ist immerwährende Tag- und Nachtgleiche, von dort an in andern Breiten aber nur am 21. März und 23. September. Unser Sommerhalbjahr hat lange Tage und kurze Nächte; während dessen hat die südliche Halbkugel ihren Winter und so umgekehrt. In Hinsicht auf die Beleuchtung theilt man darnach jede Halbkugel in 30 Gürtel (Climata), von denen 24 bis zum Polarkreise, 6 darüber hinaus bis zum Pol liegen. In jedem folgenden Gürtel ist die Dauer des längsten Tages um eine halbe Stunde ausgedehnter. Am Polarkreise ist der längste Tag 24 Stunden, hat also gar keine Nacht. Von da an beträgt der Unterschied 1 Monat, und die Pole haben sechs Monate Tag und sechs Monate Nacht.

Die Gürtel in der Nähe des Aequators sind sehr breit; erst 128 Meilen vom Aequator ist der längste Tag 12½ Stunde lang. In der Breite von Europa nimmt der Unterschied der Tageslänge schon sehr schnell zu, die Gürtel sind nur 60, 45, 30, 15, ja in der Nähe des Polarkreises nur zwei Meilen und unter diesen selbst nur ¾ Meilen breit, nehmen aber nach dem Pol hin wieder an Breite zu. Indessen bezeichnen diese Gürtel nur das astronomische oder das Licht-Klima; das reale Klima, in dem Sinne, wie wir es nehmen, ist oft bedeutend von der Lichtvertheilung verschieden, wie

wir weiterhin sehen werden. Auch wenn die Erde aus einer einförmigen Land- oder Wassermasse bestände, würde Licht- und Wärmeklima vermuthlich eines und dasselbe sein Im Allgemeinen bleibt freilich eine gewisse Uebereinstimmung. Wenn man einen Globus betrachtet (und nur dieser gibt eine richtige Anschauung, denn der Anblick der Planigloben läßt von diesen Verhältnissen nichts wahrnehmen), so findet man ohne Weiteres, daß in der Mitte zwischen Aequator und Pol die Erleuchtung anfängt eine sehr schräge zu werden. Damit trifft die Beobachtung der Wärmeverhältnisse sowohl in der alten als in der neuen Welt zusammen. Zwischen 40 und 45° der Breite geht die Abnahme der mittleren Jahreswärme am schnellsten vor sich; weiterhin nimmt zwar die größeste Tageslänge schnell zu, aber die schiefe Stellung der Sonne hindert eine bedeutende Erwärmung, ebenso wie auch ihr Licht ein immer schwächeres wird. Ein langer Tag vermag das Maß von Wärme nicht hervorzubringen, welches ein Tag von 12 Stunden in Cayenne oder Guinea erzeugt, weil die Sonne dem Horizont zu nahe steht, also nur schwach leuchtet und wärmt. Dieser Umstand — die Nähe wärmerer und kälterer Länder — mußte günstig auf die Gesittung und den Kunstfleiß der Völker einwirken, welche die mittleren Himmelstriche und zwar deren südlichen Gürtel bewohnen. Hier sind die Gegenden, wo der Weinbau dem Gebiet des Oelbaues und der Citronenbäume nahe kommt. Rasch gelangt man aus einem Klima in das andere; der Ackerbau wird durch Kulturpflanzen bereichert, der Handel findet einen Reichthum von Erzeugnissen vor und belebt den Gewerbfleiß. Wie nahe sind sich Aegypten, Griechenland, Italien, Deutschland und England — und doch wie verschieden in ihren Produkten!

Jeder Punkt der Erde hat ein halbes Jahr Tag und ein halbes Jahr Nacht. Allein die Stärke des Lichts ist verschieden, eben so der Grad der Erwärmung, die überdies noch durch Meeresströmungen, Wind ꝛc. abgeändert wird. Sommer-

und Winterhalbjahr sind nicht genau von gleicher Länge. Da die Erde keinen vollkommenen Kreis um die Sonne beschreibt, sondern eine kleine Abweichung in Form einer Ellipse macht, so sind wir zu einer Zeit etwas näher an der Sonne, als in der andern. In den ersten Tagen des Januar sind wir der Sonne um $^1/_{30}$, etwa 700,000 geographische Meilen näher, als in den ersten Tagen des Juli. Das Sommerhalbjahr, wenn man es nach dem Kalender vom 21. März bis zum 23. September rechnet, wird nun, weil die Erde sich in der Sonnenferne langsamer bewegt, um eine Woche länger. Es hat 186, das Winterhalbjahr nur 179 Tage. Dafür aber bewirkt die größere Entfernung der Erde von der Sonne auch eine kleine Schwächung des Sonnenlichts, und so gleicht sich die ganze Verschiedenheit aus, insofern sie sich auf das Maß der von der Sonne gespendeten Wärme beziehen sollte. Selbst dann, wenn einst die Sonnennähe in unsern Sommer träfe, würde es keinen merklichen Unterschied machen, weil dann eben das Sommerhalbjahr der nördlichen Erdhälfte das kürzere wäre. So stände es mit der Wärme des ganzen Jahres. Auf die Wärme des einzelnen Tages scheint indessen die größere Sonnennähe einen merklichen Einfluß zu haben. Auf der südlichen Erdhälfte, wo Sonnen- und Sommernähe zusammentreffen, ist die Einstrahlung eine ungewöhnlich starke. Kommt man in dem Sommer Südafrikas, Australiens oder Neuseelands aus dem Sonnenschein in den Schatten, so empfindet man den Wechsel viel mehr, als bei uns, auch erzählen Reisende, daß sich der Boden stärker erhitze, so daß man gesehen habe, wie ein zufällig herabgefallener Zunder augenblicklich in Brand gerieth. Da aber auch in Oberägypten und andern nordafrikanischen Gegenden der Sand oder Fels eine erstaunliche Hitze annimmt, so ist noch die Frage, ob die Leiden der Reisenden in den südlichen Wüsten von der stärkeren Einstrahlung herrühren sollten.

Zweites Kapitel.

Ueben Mond und Sterne einen merklichen Einfluß auf die Wärme der Erde aus?

Weniger oft als die Sonne — denn zu Zeiten ist er theilweise oder ganz verdunkelt — erscheint der Mond an unserem Himmel. Während die Wirkungen der Sonne einfach und unbestreitbar sind, so daß sie nicht viele Zweifel erregen konnten, hat dagegen der Mond zu einer Unzahl von Vermuthungen Anlaß gegeben. Macht er es warm oder kalt? Bedeutet sein Erscheinen heitere oder trübe Witterung? Sind die Wirkungen seiner verschiedenen Lichtgestalt dieselben? Es ist gewiß, daß er den Anblick des nächtlichen Himmels mehr, als jeder andere Stern belebt und verherrlicht; daß er in den Tropenländern mit einer wunderbaren Klarheit leuchtet und das nächtliche Leben der Thiere im Urwalde ermuntert; daß er in Gemeinschaft mit der Sonne unsere Meere bewegt, sie zur Fluth emporhebt und sie in der Ebbe wieder sinken läßt. Wie durch sein Licht und seine Anziehung auf den Ocean, so wirkt er vielleicht auch durch seine Wärme oder Kälte und ebenfalls durch seine Anziehung auf das Luftmeer. Im gewöhnlichen Leben gilt der Einfluß des Mondes auf Kälte und Wetter, auch auf Pflanzen, Thier und Menschen als eine sich von selbstverstehende Sache. Die Seeleute, Landwirthe, Gärtner und Jäger behaupten tausend Erfahrungen davon zu haben. Wir

wollen darum erst über das Wesen des Mondes einige Hauptsätze wiederholen und dann auf die Prüfung der allgemein verbreiteten Ansichten etwas näher eingehen. Sollten auch viele Fragen nur mit Nein beantwortet werden — eine Antwort, die Manchen sehr nüchtern und unnütz erscheinen wird, da man sich so wenig daraus ableiten kann — so gehört es doch zur Aufgabe dieses Buches, kein Vorurtheil bestehen zu lassen, das als solches nachgewiesen werden kann.

Der Mond ist verhältnißmäßig nahe der Erde; seine mittlere Entfernung berägt 51800 Meilen. Auch seine Größe ist nicht unbedeutend, sein Durchmesser ist nahe $^1/_4$ des Erddurchmessers. Der körperliche Inhalt beträgt $^1/_{54}$ des körperlichen Inhalts der Erde, seine Masse jedoch nur $^1/_{87}$, da die Dichtigkeit derselben nur gegen $^3/_5$ von der Dichtigkeit der Erde ausmacht. In derselben Zeit, in welcher er sich um die Erde bewegt, vollbringt er auch die Umdrehung um seine Achse. Alle diese Angaben lassen eine gewisse Wirkung des Mondes auf unsern Planeten vermuthen.

Aber auch bei der größesten Klarheit der Luft ist das zurückgespiegelte Licht des Mondes nur ein schwaches; unter allen Zonen erscheint es nicht stärker, als das, welches ein weißes Gewölk bei Tage zurückwirft. Der am Tage am Himmel stehende Halbmond gleicht einer kleinen Schäfchenwolke; Humboldt sagt: „Wenn man zu geographischen Längenbestimmungen oft Abstände des Mondes von der Sonne nehmen muß, so ist es nicht selten schwer, die Mondscheibe zwischen den lichtstärkeren Haufenwolken zu erkennen." Dagegen erzählt er, auf Berghöhen zwischen zwölf- und sechszehntausend Fuß, wo bei heiterer Bergluft nur federartige Wölkchen zu sehen sind, sei ihm das Aufsuchen der Mondscheibe um vieles leichter geworden, weil die Federwolken ihrer lockeren Beschaffenheit wegen nur wenig Sonnenlicht zurückwerfen und das Mondlicht auf seinem Wege durch dünne Luftschichten weniger geschwächt wird. Stände der ganze Himmel voller Monde, so würde er wie ein mit weißlichen Wolken überzogenes

Firmament aussehen, das Sonnenlicht also keineswegs erreichen. Da Sonnen- und Mondscheibe etwa gleich groß erscheinen, sollte man meinen, eine Vergleichung ihrer Lichtstärke könne nicht schwer sein; indessen fallen doch die Angaben sehr verschieden aus, die allgemeinste schreibt dem Vollmond $^1/_{300000}$ vom Licht der Sonnenscheibe zu. Diese kleine und gewiß noch zu hohe Zahl ist auffallend, wenn man beobachtet, wie nach Sonnenuntergang die Vollmondscheibe am dunkler werdenden Himmelsgewölbe immer heller und heller strahlt; aber wir dürfen nicht vergessen, daß dies nur eine Wirkung des Gegensatzes ist. Das gelbe Mondlicht erscheint bei Tage weiß, weil dann die blauen Luftschichten, durch welche wir es sehen, die Ergänzungsfarbe zum Gelb darbieten.

Wenn die Mondscheibe einige Tage vor oder nach dem Neumonde nur eine schmale, von der Sonne erleuchtete Sichel darbietet, die wegen ihrer größeren Helligkeit mit ihren Spitzen weit um den dunklen Theil herum und darüber hinauszugreifen scheint, bemerken wir auf der dunklen Fläche ein aschgraues Licht; dies ist das Erdenlicht im Monde, der Wiederschein eines Wiederscheins. Erde und Mond stehen also in einem Wechselverhältniß: jede Kugel wirft ihr von der Sonne erhaltenes Licht theilweise der andern zu; und gerade wenn der Mond nur wenig Licht auf die Erde sendet, weil der größere Theil seiner Tagseite von uns abgewendet ist, wird seine Nacht durch die „Vollerde" erleuchtet. Die Erde erscheint aber auf dem Monde als eine fast 14 mal größere Scheibe als für uns der Mond, man könnte sagen, in der Größe eines Wagenrades, erleuchtet daher auch den Mond gegen 14 mal so stark, als der Mond die Erde, und ihr Schein ist hell genug, um noch gesehen zu werden, wenn er von der Erde zum Monde und wieder zurückgegangen ist. Nicht bloß in der hellen Mondscheibe sind die bekannten Flecken zu sehen, auch in dem aschgrauen Lichte unterscheidet wenigstens das Fernrohr die größeren Flecken und einzelne hellere Punkte — Berggipfel in den Mondlandschaften; und

selbst dann noch bemerkt man einen grauen Schimmer, wenn die Scheibe schon etwas über die Hälfte erleuchtet ist. In der heißen Zone und auf den Bergebenen von Quito und Mexiko aber werden diese Erscheinungen viel deutlicher, als bei uns gesehen. Vielleicht ist die verschiedene Stärke des aschgrauen Mondlichtes eine Wirkung der verschiedenen Helligkeit, mit welcher die Erdkugel ihr gespiegeltes Licht entsendet; je nachdem das Sonnenlicht von großen Festländern voll Sandwüsten, Felsboden, Grassteppen oder ungeheuren Waldungen, oder von großen Meeresflächen zurückgeworfen wird, wird es auf dem Monde heller oder dunkler erscheinen. Die Mondbewohner (eine bloße Annahme, und von denselben könnten auch nur die auf der uns zugekehrten Mondhälfte wohnenden die Erde sehen) hätten also den Anblick einer großen erleuchteten Landkarte, und binnen 24 Stunden kämen ihnen alle Erdtheile und Meere zu Gesicht.— Es ist die merkwürdige Beobachtung gemacht worden, wie während der fortgesetzten Erddrehung das aschfarbene Mondlicht in eine olivengrüne, etwas in's Gelbe spielende Farbe überging. Der Mond, der gerade senkrecht über dem atlantischen Meere stand, erhielt in seiner Nachtseite das grüne Erdenlicht, welches ihm bei wolkenfreiem Himmel die Waldgegenden von Südamerika zusendeten.

Bei den totalen Mondfinsternissen verschwindet der Mond nur in höchst seltenen Fällen völlig. Gewöhnlich sieht man die Scheibe während einer gänzlichen Verfinsterung roth, und zwar in allen Abstufungen der Farbe, ja wenn der Mond weit von der Erde ist, bis in's Feuerrothe und Glühende übergehend. Humboldt hat beobachtet, daß die verdunkelte rothe Mondscheibe unter dem Tropenhimmel ebenfalls viel leuchtender erscheint, als in unserm Vaterlande. Diese ganze Erscheinung rührt davon her, daß die über die Erde dahinschießenden, durch die Atmosphäre gehenden Sonnenstrahlen von ihrem Wege abgelenkt, nach innen gebogen und so in den Schattenkegel geworfen werden.

Daß der Mond viele Berge trägt, die man an ihren hellen Gipfeln und ihren Schatten erkennt, ist gewiß; dagegen scheinen die dunkleren, mehr grauen Flächen den Namen Meere mit Unrecht zu führen. Die uns zugewandte Mondseite — von der andern wissen wir unmittelbar nichts — könnte höchstens sehr flache, seichte Meere haben; denn unter der verschiedensten Beleuchtung erkennt man niemals einen Spiegel, sondern einen unebenen Boden. Ebenso würde man, wenn man von großer Höhe auf das Meer der Erde herabschauen könnte, an Stellen, wo es keine große Tiefe hat, den klippenvollen Boden unterscheiden, da er heller sein müßte, als die sonstige Oberfläche des Meeres. Es gibt übrigens noch andere Gründe, welche das Vorhandensein eines Meeres auf dem Monde bestreiten.

Wenn ein Stern durch den fortschreitenden Mond verdeckt wird, so geschieht die Bedeckung plötzlich, mit einem Nu; ein langsameres Verschwinden ist nur höchst selten beobachtet worden. Die Landschaften des Randes erscheinen ferner mit derselben Deutlichkeit wie die der Mitte. Aus dem Allen ergibt sich, daß es auf dem Monde keine solche Hülle von Luft oder Wasserdampf geben kann, wie auf der Erde; denn jede Luftart macht sich dadurch bemerklich, daß sie den hindurchgehenden Lichtstrahl bricht und schwächt. Bessel hat berechnet, daß die Mondluft, wenn eine solche dennoch vorhanden sei, nur eine etwa 1000mal geringere Dichtigkeit haben könne, als die Erdluft. Bei dem Mangel der Luft auf dem Monde findet weiter dort keine Zerstreuung des Lichtes über das Himmelsgewölbe statt. Es gibt keine Dämmerung; die Gestirne steigen an einem fast schwarzen Taghimmel empor und dem glänzendsten Tage würde blitzschnell die dunkelste Nacht folgen, wenn nicht bei der langsamen Drehung (27 ⅓ Tage) die Langsamkeit des Sonnenauf- und Unterganges den Uebergang etwas milderte. Keine Feuchtigkeit schwebt über dem Boden, Wolken und Nebel sind unbekannt. Keine Luftwelle kann dort den Schall, den Gesang, die Rede tragen. „Es ist der Mond für unsere Phantasie, die

so gern anmaßend in das nicht zu Ergründende überschweift, eine lautlose Einöde."

Dies allgemeine Bild des Mondes genüge für unseren Zweck. Fragen wir nun nach den Wirkungen, die er auf die Erde äußere, so hören wir — außer der alten und richtigen Behauptung, daß er Fluth und Ebbe des Meeres verursache — zunächst, er habe etwas Kaltes an sich, sei also in dieser Beziehung das Gegentheil von der Sonne. Bei den römischen Dichtern heißt er der „frostbringende" oder der „thauige" Mond; bei uns sagt man: „Der Mond scheint, es wird diese Nacht sehr kalt werden", und die Beobachtung hat in der That etwas Wahres. Nach der Behauptung der Gärtner übt das Mondlicht in den Monaten April und Mai einen nachtheiligen Einfluß auf die jungen Triebe der Pflanzen aus. Sie versichern daß die Blätter und Knospen, welche bei heiterem Himmel dem Mondschein ausgesetzt sind, brandig werden, mit andern Worten, daß sie erfrieren, und dies sogar dann, wenn sich das Thermometer im Freien einige Grade über dem Nullpunkt hält.

Wie gesagt, alles das ist wahr. Allein der Mond ist ganz unschuldig daran. Wenn man die kräftigsten Linsen, die größesten Brennspiegel gegen den Mond richtet und in deren Brennpunkt ein sehr empfindliches Thermometer stellt, so merkt man doch nicht die mindeste erkältende Wirkung. Im Jahr 1846 hat Melloni sogar nachgewiesen, daß das Mondlicht eine kleine Erhöhung der Temperatur erzeugt, freilich nur so unbedeutend, daß sie bei einer Linse von 3 Fuß Durchmesser und mit den empfindlichsten Instrumenten gemessen, einen kaum bestimmbaren Bruchtheil eines Grades beträgt. Kalt machen es also die Mondstrahlen nicht, wenn auch helle Mondnächte allgemein als kalt bekannt sind. Woher also dieser Widerspruch?

Der Engländer Dr. Wells hat zuerst genauere Versuche über die Bildung des Thaues angestellt, und aus denselben ergibt sich, daß die Ausstrahlung der Erde die Ursache dieser und

der vorgenannten Erscheinung ist. Jeder Gegenstand strahlt unaufhörlich Wärme aus; wird sie nicht wieder ersetzt, so wird er kälter. So nun geht es der Erde in heiteren Nächten. Sie verliert Wärme nach dem freien Himmelsraum; ist sie aber von Wolken eingehüllt, so ist ihr Wärmeverlust nur unmerklich. Die Luft über dem Boden bleibt dabei oft wärmer als die Erde oder die festen Gegenstände auf derselben. Wenn man z. B. kleine Massen Wolle, Eiderdunen oder dergl. in die freie Luft bringt, so werden sie bei heitrem Himmel häufig um 4 — 7 Grad kälter, als die sie berührende Luft. Aehnlich aber ergeht es den Pflanzen. Sie können erfrieren, obwohl die Temperatur der Luft sich beständig über dem Nullpunkte hält. Bei bedecktem Himmel jedoch verschwindet dieser Unterschied ganz und gar, oder bleibt doch unmerklich. Nun beträgt in den Nächten der Monate April und Mai die Wärme der Atmosphäre häufig nicht über 3 — 5° R. Scheint der Mond, d. h. ist heiterer Himmel, so sinkt die Temperatur des Bodens und der Pflanzen vielleicht unter 0°, und dann können letztere erfrieren. Ohne Mondschein, d. h. bei bedecktem Himmel, wäre dieses Erfrieren nicht eingetreten. Die Gärtner haben also Recht, wenn sie sagen, bei Mondschein könne eine Pflanze erfrieren, auch wenn es nicht kälter sei, als in andern Nächten. Nur schreibt man dem Monde irriger Weise die Ursache zu, während er dabei doch nur die Rolle des Zeugen spielt. Das Sichtbarwerden des Mondes ist eben so, wie das der Sterne, nur das Anzeichen einer heitern Atmosphäre, aber an der entstehenden Kälte der festen Grundfläche hat er gar keine Mitwirkung; mag er am Himmel stehen oder untergegangen sein, die Erscheinung wird sich gleich bleiben. Bei unbewölktem Himmel entsteht Kälte und dadurch Thau. Man könnte beides eben so gut auch den Sternen zuschreiben, und im Alterthum hielt man in der That den Thau in hohen Ehren, weil er sich in sternenhellen Nächten vorzüglich häufig findet und man deshalb glaubte, aus dem vom Himmel gekommenen Wasser den Stein der Weisen oder

Gold machen zu können. Die Sage vom frostbringenden oder thauigen Monde gehört demnach zu jenen Trugschlüssen, welche Hebel mit den Worten zeichnet: „Wenn im Frühlinge die Frösche lange nicht quacken wollen, so will auch das Laub der Bäume nicht erscheinen. Also — quacken die Frösche das Laub heraus.“

Die Sonne wirkt durch ihre Einstrahlung. Nun ist der Mond zwar nicht die Ursache, sondern nur der Zeuge der Ausstrahlung; gleichwohl kann man sagen, daß die oberflächliche Beobachtung mit einem gewissen Instinkte verfuhr, indem sie dem Monde die entgegengesetzte Aufgabe — „das Kaltmachen der Nächte“ — anwies. Die nächtliche Ausstrahlung ist, wie wir gesehen, in der That sehr bedeutend, und die Wolken bilden unter gewissen Umständen ein schützendes Kleid der Erde, welches die am Tage gesammelte Wärme der letzteren nicht entweichen läßt. Richtet man einen Hohlspiegel mit einem feinen Thermometer gegen eine Wolke, so steigt das letztere augenblicklich; es fällt nieder, wenn der Hohlspiegel gegen den hellen Himmel gerichtet wird. Gärtner, welche ihre jungen Pflanzen gegen den Nachtfrost schützen wollen, bedecken dieselben mit dünnen Matten, welche die Ausstrahlung verhindern. Seefahrer behaupten, daß der Mondschein einen Schlafenden tödtlich krank machen könne; der riesigste Matrose erliegt der furchtbaren Erkältung, wenn er unter den Tropen auf dem Verdecke ohne Hülle schläft. Hier wirkt wiederum der bei klarer Luft starke Ausstrahlung. Ein auf das Auge gelegtes Palmblatt schützt den in der Wüste schlafenden Reisenden vor dem Erblinden, und Boussingault erzählt von einer schrecklichen Augenentzündung, die er und sein Neger sich zuzogen, weil sie in der dünnen klaren Luft hoher südamerikanischer Berge ohne Verschleierung gegangen waren. Bei Betrachtung der Thaubildung werden wir auf die Erscheinung der Ausstrahlung gegen den freien Himmel zurückkommen; hier nur noch einige auf den Mond sich beziehende, zum Theil uralte Regeln, welche Arago zusammengestellt und erklärt hat.

Plinius und Plutarch sagen: Der Mond überthaut alle seinem Lichte ausgesetzten Körper mit reichlicher Feuchtigkeit. Dieses Licht beschleunigt die Fäulniß der thierischen Substanzen. — Auch hierin ist Wahrheit, allein die Sache muß so ausgesprochen werden: Die dem Mondlicht ausgesetzten Körper bedecken sich mit Feuchtigkeit und gehen darum schnell in Fäulniß über. Ein über diesen Körpern angebrachter Schirm aber hält ihre Verwesung um ein Namhaftes zurück — nicht wegen des nun abgesperrten Mondlichtes, sondern wegen der verhinderten Ausstrahlung und der dadurch unterdrückten Thaubildung. Die Bewohner des spanischen Amerika haben die Meinung, daß Fische, welche dem Mondlicht ausgesetzt werden, ihren Geschmack verlieren und ein weichliches Fleisch bekommen, und daß, wenn man ein verwundetes Maulthier eben diesem Lichte bloßstellt, die Wunde sich verschlimmert und oft unheilbar wird. Beide Sätze sind nicht minder richtig, und müssen nur in der oben angedeuteten Weise verstanden werden. Auch die Behauptung, daß das Licht des Mondes die Gesichtsfarbe schwärze, weist Arago nicht unbedingt zurück. Ein Blättchen Hornsilber, das sonst unter der Einwirkung des Lichtes sehr schnell und kräftig seine Farbe ändert, verliert zwar durch den Mondschein, selbst wenn er durch eine Linse vereinigt wird, nichts von seiner ursprünglichen Weiße; aber vielleicht hat die **Erkältung** der Oberhaut bei heiterem Himmel eine schädliche Wirkung auf die Gesichtsfarbe. Diese Erklärung wird um so annehmbarer, da der Mond in jenem Spruche gar nicht vorkommt, den im mittägigen Frankreich und andern Ländern die Mütter ihren Töchtern bei einem nächtlichen Spaziergange mitgeben. Bedenket, sagen sie,

Que lou sol y la sereine
Fan veni la gent mouraine.
(Daß Sonn' und heitre Nacht
Gar schwarz die Leute macht.

So weit hatte der Mond also nur die Rolle eines Zeugen. Bei andern Erscheinungen ist er offenbar nur ein **Zeichen von der Beschaffenheit unserer Atmosphäre.** Auch

einige Verhältnisse dieser Art müssen wir erwähnen. Wir werden abermals sehen, daß der Einfluß des Mondes nur ein Trugschluß war.

In einem mehr als 2000 Jahre alten Buche von Aratus finden wir die Regel; „Wenn am dritten Tag des Mondes die Hörner der Sichel rein auslaufen, wird der Himmel während des beginnenden Monats heiter sein.“ Der deutsche Landmann sagt: „Wenn die Mondsichel so lang und scharf ist, daß man eine Peitsche daran hängen könnte, so kommt schönes Wetter.“ Bei reiner Luft hat der zunehmende Mond, wenn er des Abends aus dem schwindelnden Sonnenlichte hervortritt, wirklich die Gestalt einer Sichel, welche in zwei sehr feine Spitzen ausläuft. Ist aber die Atmosphäre getrübt, so scheinen die Hörner breiter zu werden. Doch ist dies Breiterwerden nur eine Täuschung; es rührt davon her, daß starkerleuchtete Dünste, welche mit dem Gestirn in scheinbarer Berührung stehen, sich als ein ergänzender Theil desselben darstellen. Die äußersten Spitzen der Sichel werden in dem trüben Lichte gewissermaßen ersäuft und verschwinden für das Auge. Betrachtet man den Mond durch ein Fernrohr, so hört die Täuschung beinahe ganz auf. Aus dem Gesagten ergibt sich also, daß der Mond, mit freiem Auge betrachtet, ein Wahrzeichen bildet, ob die Atmosphäre mehr oder weniger mit Dünsten erfüllt sei. Insofern liegt in der angegebenen Wetterregel abermals Wahrheit. Es ist aber eine arge Uebertreibung, wenn man die Zeit, für welche das Zeichen gelten soll, gleich auf einen ganzen Monat festsetzt. Auch ist die Helligkeit der Atmosphäre eine so wandelbare, daß an einem und demselben Abende der Mond in kurzen Zwischenzeiten bald abgerundet, bald scharf auslaufend erblickt werden kann. Diejenigen, welche jedem Viertel des Mondes einen besondern Einfluß zuschreiben, kommen noch in ein anderes Gedränge. Bestimmt nämlich das Aussehen des Mondes am dritten Tage das Wetter sogleich für den ganzen noch übrigen Monat, so müssen demnach erstes Viertel, Vollmond und letztes Viertel ohne Einfluß sein.

Die besprochene alte Wetterregel ist sogar noch weiter in's Einzelne ausgeführt worden. Ist beim Untergang des Mondes, am Abend, die untere Sichel verdunkelt, so tritt der Regen noch vor dem Vollmonde ein; ist die Mitte des zunehmenden Mondes verdunkelt, so kommt der Regen am Vollmonde selbst; ist es die obere Sichel, so regnet es beim abnehmenden Monde. Nun könnte man sagen: darin liegt Verstand; denn wenn der untere Theil der Atmosphäre getrübt ist, so ist eher Regen zu erwarten, als wenn die Trübung mehr oben stattfindet. Aber die ganze Figur des Mondes ist so klein und die Trübung so von jedem kleinen Dunsthäufchen abhängig, daß man unmöglich eine solche Deutung zugeben kann. Schon wenn zwei Beobachter nur einige hundert oder tausend Fuß von einander entfernt sind, könnte es geschehen, daß für den einen das obere, für den andern das untere Horn und zwar durch dieselbe kleine Dunstmasse verdunkelt wäre; der Mond könnte also für zwei Viertel derselben Stadt zugleich einen nahen und einen entfernten Regen anzeigen. Wäre es im April oder im November, so würde der Mond wahrscheinlich auch gerechtfertigt aus dieser Probe hervorgehen, weil in diesen wie in andern Monaten es oft nicht bloß in einem Monat, oder in einer Woche, sondern sogar an einem Tage mehrmals regnet.

Eine andere Wetterregel sagt: Wenn der Mond am vierten Tage keinen Schatten wirft, so erwartet man schlechtes Wetter. Ist die Beobachtung richtig, so ist doch der Mond nur ein Zeichen von dem Zustande der Atmosphäre. Am dritten Tag ist die Sichel des Mondes noch schmal und scheint fast nur in der Zeit des Dämmerlichts. Die Schatten der Gegenstände auf der Erde können dann unkenntlich sein, auch wenn die Atmosphäre noch nicht sehr trübe ist; darum hat der dritte Tag in dieser Beziehung nichts zu bedeuten. Am vierten Tag aber muß die Trübung schon stark sein, um das Mondlicht gewissermaßen zu verwischen; es steht Regen bevor. Am fünften Tage hat der Mond schon so zugenommen, daß die Schatten nicht mehr verwischt werden; also bleibt nur der Schatten-

mangel des vierten Abend als ungünstiges Wetterzeichen übrig. —

Bisjetzt haben wir dem Monde noch keinen merklichen Einfluß auf Wärme oder Wetter zuschreiben können. Eine unbestreitbare Einwirkung übt er aber auf das Luftmeer. Zur Zeit seiner Nähe steht das Barometer um eine Linie niedriger, als zur Zeit seiner Ferne, was damit übereinstimmt, daß die Mondnähe durch einen etwas reichlicheren Regen ausgezeichnet ist, als die Mondferne. Die Einwirkung der verschiedenen Viertel könnte nur von der verschiedenen Lichtmenge herrühren; doch wäre ein solcher Einfluß auf den Luftdruck, obwohl er behauptet wird, für uns unerklärlich. Sollte der Mond bei der täglichen Umdrehung der Erde eine ähnliche Ebbe und Fluth im Luftmeer veranlassen, wie im Ocean, so ist sie doch gegenwärtig für uns noch unmerklich.

Augenscheinlicher ist nach Schüblers 28jährigen Beobachtungen die Wirkung des Mondes auf den Regen. Die größeste Anzahl von Regentagen hat statt zwischen dem ersten Viertel und dem Vollmonde, die kleinste Anzahl zwischen dem letzten Viertel und dem Neumonde. Das Verhältniß in runder Zahl ist etwa wie 6 zu 5, immerhin also sehr abweichend. Theilt man den Mondlauf in acht Theile ein und nennt die Zeiten zwischen dem Neumonde und ersten Viertel ersten Octant u. s. w., so lautet die Regel: Gegen den zweiten Octanten hin ist der Regen am häufigsten; dagegen fällt zwischen dem letzten Viertel und dem vierten Octanten am wenigsten Regen. Der Neumond liegt näher an der heitern, der Vollmond näher an der trüben Zeit; das Verhältniß ihrer Regentage ist 30 zu 33.

Es ist allbekannt, daß man den Mondphasen einen bald günstigen, bald ungünstigen Einfluß auf die Witterung zuschreibt. Die vier Mondgestalten sollen das Wetter ändern; aber dieser Ausdruck ist so allgemein und unbestimmt, daß man alles Mögliche daraus herleiten kann, besonders wenn man nicht bloß den Tag des Neu- und Vollmondes oder der beiden Viertel selbst, sondern auch den vorhergehenden oder nachfolgenden Tag als

vorherbestimmend ansieht. Die allgemeine Annahme, daß jede Mondphase eine Aenderung bewirke, läuft auf einen offenbaren Unsinn hinaus. Es würde dann niemals länger als eine Woche gleichförmiges Wetter geben können; auch würde der Neumond sich nicht vom Vollmonde unterscheiden, sie hätten beide entweder das schlechte Wetter des vorhergehenden Viertels zu verbessern oder das gute zu verschlechtern.

Noch eines Umstandes haben wir zu gedenken, der zwar auch an den Trugschluß vom frostbringenden Monde gemahnt, indeß von Landleuten, Müllern und Seefahrern behauptet und durch Männer wie Humboldt und John Herschel bestätigt wird. Der Mond, besonders der Vollmond, soll bei seinem Aufgange die Kraft haben, eine nicht allzustarke Wolkenbedeckung des Himmels zu zertheilen. Herschel hält es für sehr wahrscheinlich, daß auf dem Monde eine sehr hohe Temperatur herrsche, weit über dem Siedepunkte des Wassers, da die Oberfläche 14 Tage lang ununterbrochen und ungemildert der Sonnenwirkung ausgesetzt sei. Der Mond müsse daher in seinem Volllicht oder wenige Tage nachher in einem kleinen Maße eine Wärmequelle für die Erde werden. Weil indessen diese Wärme von einem Körper ausströme, der weit unter der Temperatur eines brennenden Körpers sei, so könne sie nicht die Erdfläche erreichen, indem sie in den oberen Luftschichten verbraucht werde, wo sie sichtbares Gewölk in durchsichtigen Dampf verwandle. Wenn man nun bedenkt, daß Mondaufgänge der Natur der Sache nach am meisten einige Tage nach dem Vollmonde beobachtet werden, so stimmt jene Erfahrung mit der andern überein, daß die Zeit nach dem Vollmond immer heiterer wird. —

Nach 19 Jahren befinden sich Sonne, Erde und Mond fast genau wieder in derselben Stellung zu einander; Ebbe und Fluth des Meeres, Neumond und Vollmond beginnen also wieder ihren Gang von vorn. Daraus hat man geschlossen, auch das Wetter müsse von vorn in seiner 19 Jahre befolgten Ordnung anfangen, man könne demnach aus einer vor dieser

Zeit gemachten Beobachtung alle nun kommenden Aenderungen angeben. Die Erfahrung jedoch widerspricht dieser Behauptung ganz augenscheinlich.

Uebrigens kehrt nach 19 Jahren zwar dieselbe Stellung des Mondes zur Erde, doch nicht seine Entfernung wieder. Auf seiner elliptischen Bahn verschiebt der Mond allmählich die Richtung seiner größesten und kleinsten Entfernung von der Erde; erst in 8 Jahren 10 Monaten kehrt er für dieselbe Lichtgestalt auch in genau dieselbe Entfernung zurück. Da nun der Mond eine um so höhere Meerfluth veranlaßt, je näher er steht, so könnte man auch für die Atmosphäre auf einen 8 Jahr 10 Monate dauernden Kreislauf der Schwankungen schließen. In der That hat man einen solchen Kreislauf angenommen, ihn aber auf 9 Jahre angesetzt. Es ist aber klar, daß man dadurch eben so wohl mit der Wirklichkeit als mit jener 19jährigen Periode in Widerspruch geräth. —

Zahllos sind die Einwirkungen, welche der Mond auf die organische Natur ausüben soll. Es war früher in Frankreich eine in der Forstwirthschaft geltende Verordnung, daß Bäume nur dann gefällt werden durften, wenn Vollmond bereits vorüber war. Man behauptete, Holz, im zunehmenden Mond geschlagen, sei schwammig, werde leicht von Würmern angegriffen und erhalte viele Risse. Vielleicht rührt dies von der Ergiebigkeit des Regens bei zunehmendem Monde her. Ein berühmter französischer Landwirth, welcher die Probe mit dem Holzfällen machte, fand indessen die ganze Angabe nicht bestätigt. Eben so geschah es bei der Prüfung folgender Regel: Will man Kohl oder Salat, der Samen gibt, gefüllte Blumen, Bäume, die frühreife Früchte bekommen, so säe oder pflanze man bei abnehmendem Monde; — will man Pflanzen und Bäume, die hoch treiben und mit Gewalt aufschießen, so säe, pflanze, pfropfe und beschneide man bei zunehmendendem Monde. In Brasilien haben die Pflanzer die Gewohnheit, alle nährenden Wurzelgewächse, als die Yams-Wurzel, die Pataten, die Maniok, bei abnehmendem Monde zu pflanzen, Zuckerrohr, Mais, Reis und

Bohnen dagegen bei zunehmendem Monde. Vergleichende Versuche haben herausgestellt, daß die Zeit in dieser Beziehung gleichgültig ist. Sollte aber auch ein Unterschied stattfinden, so ist doch jedenfalls die Regel, welche Plinius vorschreibt: Bohnen bei Vollmond und Linsen bei Neumond auszusäen, eine allzufeine. Eine Wirkung des Mondlichtes auf die Pflanzen läßt sich wohl von vornherein nicht absprechen. So will man in Ostindien die Erfahrung gemacht haben, daß durch Entziehung des Sonnenlichtes gebleichte Pflanzen im Mondschein ihre grüne Farbe wiedererhielten.

Die Krebse, die Austern und andere Muschelthiere sollen beim Vollmonde fetter sein, als beim Neumonde. Eine andere Fabel sagt, man finde mehr Mark in den Knochen der Thiere, je nachdem sie in dieser oder jener Mondsphase geschlachtet würden. In mancheu Gegenden ist beim Landmann der Glaube verbreitet, man müsse beim Unterlegen der Hühnereier darauf sehen, daß das Ausschlüpfen der Jungen in die Nähe des Vollmondes falle; in Frankreich sagt man, das Unterlegen müsse gegen den Vollmond geschehen.

Einzelne Wirkungen des Mondes auf den Menschen werden fast allgemein angenommen. Gewisse Kröpfe, sogenannte Mondhälse, schwellen oft zur Zeit des Vollmondes stärker an; Leberleiden sollen sich verschlimmern, und die Wuthausbrüche der Geisteskranken häufiger stattfinden. Die geheimnißvolle und immer absichtlich wieder mit Wundergeschichten ausgeschmückte Krankheit der Mondsucht ist noch ein Ueberrest jener vielen mit dem Monde zusammenhängenden Krankheiten, von denen die früheren Aerzte wußten. Der gelehrte Olbers verwirft freilich alle solche lunarische Einflüsse ganz entschieden und versichert, daß er während einer langen Praxis nie eine Spur davon wahrgenommen habe. Arago erzählt einige Beispiele von der früheren Furcht vor Sonne und Mond. Im August 1654 ließen sehr angesehene Personen sich auf Verordnung der Aerzte in wohl verschlossene, gut geheizte und durchräucherte Zimmer einsperren, um den übeln

Einflüssen der an diesem Tage stattfindenden Sonnenfinsterniß zu entgehen. Bei der allzugroßen Bestürzung waren die Geistlichen nicht im Stande, allen aufgeschreckten Gemüthern die Beichte abzunehmen, was den Pfarrer eines Dorfes nahe bei Paris bewog, von der Kanzel herab zu verkündigen, daß die Finsterniß auf vierzehn Tage verlegt worden sei, weshalb man gar keinen Grund habe, sich so sehr zu beeilen. — Der berühmte Bacon verlor bei allen Mondfinsternissen das Bewußtsein und kam nur in dem Maße wieder zu sich, als das Gestirn sich aus seiner Verdunkelung hervorschob.

Mögen indessen auch viele Wirkungen des Mondes nur Vorurtheile und keine Thatsachen sein: immerhin werden wir zugeben müssen, daß seine Anziehung, sein Licht und seine Wärme von einem uns unbekannten Einfluß sein können. Gerade die feinen und dauernden Wirkungen spielen in der Natur eine große Rolle.

Daß vielleicht auch die Sterne einen wärmenden Einfluß auf die Erde ausüben, ist nicht unmöglich. Es ist nicht unmöglich, aber wir wissen nichts davon. Jeder Fixstern für sich möchte wohl nur eine verschwindende Wirkung äußern, nicht aber das ganze Heer derselben, was man erfahren könnte, wenn man darauf achtete, ob im Laufe des Sternentages, welcher 4 Minuten länger ist, als der Sonnentag, eine etwas größere Wärme mit einer kleineren wechselt, ob also vielleicht die eine Hälfte der Himmelskugel uns mehr Wärme zusendet, als die andere. Man hat dergleichen indessen noch nicht gefunden, ja noch nicht einmal gesucht.

Bei einer genaueren Betrachtung ergibt sich wenigstens, daß jedenfalls die Wärme des Himmelsraumes, in welchem die Erde schwebt, von der Ausstrahlung der Sterne mit abhängt, wenn wir auch unserer Sonne bei Weitem die meiste Wirkung auf uns zuschreiben. Wenn der Himmelsraum vollkommen durchsichtig wäre, so müßte der Anblick des Himmels ein seltsamer sein. Es gäbe kaum einen Punkt am Himmel, wo nicht ein Stern stände, möchte er nun näher oder weiter von

uns entfernt sein, als seine scheinbaren Nachbarn. Und wenn alle Sterne, aus denen die Kugelschale besteht, gleichen eignen Glanz besäßen, so würde die Helligketi dieses Gewölbes überall dieselbe, vielleicht eine sonnenähnliche sein.

Doch enden wir diese Phantasien und lassen auch die Frage bei Seite, ob es, wie schon behauptet worden ist, auch unsichtbare und dabei wärmende oder kaltmachende Sonnen gibt? Wir bleiben einstweilen bei dem, was wir wissen, und da wir auf die Frage, ob der Mond oder die Sterne einen merklichen Einfluß auf die Wärmeverhältnisse der Erde ausüben, eine verneinende Antwort erhalten haben, so wenden wir uns zu der Frage, ob vielleicht die eigene Wärme des Erdinnern eine Wärmequelle ist, die nach außen wirkt und dadurch Klima und Wetter auf der Erde bedingen hilft.

Drittes Kapitel.

Uebt die eigene Wärme des Erdinnern eine merkliche Wirkung auf die Oberfläche?

Wenn man von der eignen Wärme der Erde redet, darf man die Temperatur der Oberfläche und der oberen Rinde nicht damit verwechseln. Wir werden weiterhin dies Eindringen der Sonnenwärme in die Tiefe kennen lernen, bemerken aber schon hier, daß in einer Tiefe von 30 Fuß der Unterschied der Jahreszeiten nicht mehr zu bemerken ist, obwohl doch dieser Unterschied bei uns bedeutend genug ist. Weiter hinab ist nur in der heißen und gemäßigten Zone noch ein Eindringen der Sonne zu spüren; bald verschwindet es ganz und von 70 Fuß Tiefe an nimmt die Wärme im Allgemeinen wieder zu. Dieses Zunehmen der Wärme in großen Tiefen ist die eigene Wärme der Erde.

Hat das Innere der letzteren in der That eine eigene Wärme, so ist ein großer Einfluß derselben auf das Klima der Länder zu vermuthen. Aeußert sie auch gegenwärtig vielleicht keine merkliche Wirkung mehr, so hat sie dieselbe doch in der Vergangenheit gehabt; in jedem Falle ist sie für uns von großem Interesse.

Die Beweise für das Vorhandensein einer dem Erdinnern eigenthümlichen Wärme sind in neuerer Zeit sehr bereichert, zugleich aber auch scharfsinnig geprüft worden. Sie sind größentheils allgemein bekannt, und wir brauchen sie deshalb hier nur in der Kürze zu erwähnen.

Ein gutes Mittel, um die Erdwärme in großen Tiefen zu prüfen, geben die artesischen Brunnen an die Hand. Ganz genaue Bestimmung über den Grad der Zunahme ist freilich nicht möglich, denn die Springquelle kann ja noch

tiefer heraufkommen, als der Punkt liegt, wo man sie traf, und selbst dann, wenn das Wasser keiner größeren Tiefe entquillt, als diejenige ist, die man gebohrt hat, wird es nur in dem Falle genau die Wärme des Grundes vom Bohrloche angeben, wenn es lange genug an dieser Stelle verweilt hat. Auch kann nur eine sich gleichbleibende Temperatur als Eigenthum der inneren Erde angesehen werden; so lange das Wasser einer Quelle mit den Jahreszeiten oder denselben nachfolgend in seiner Wärme steigt und fällt, muß hingegen angenommen werden, daß jene noch unter der Einwirkung der oberen veränderlichen Erdschichten steht.

Das Wasser des Bohrloches von Rüdersdorf in der Mark zeigte am 6. Januar 1833 in der Tiefe von 100 Fuß schon $10^1/_5$ °R., also mehr als die mittlere Jahreswärme von Berlin. Bei 880 Fuß stieg die Wärme noch genau um 8°, und zwar liegt die letztere Tiefe 700 Fuß unter dem Meeresspiegel. Aus 27 Bohrlöchern in Wien hat man das Resultat erhalten, daß schon auf 85 Fuß weitere Tiefe eine Temperaturerhöhung von 1° R. kommt. Französische Springquellen geben eine solche Erhöhung schon für je 70 Fuß. So dürfen wir schließen, daß bei einer sehr starken Zunahme das Wasser aus einer größeren Tiefe kommt, als die des Bohrloches beträgt; bei Springquellen wieder, wo die Zunahme ungewöhnlich langsam erfolgt, können kalte obere Quellen, die sich mit den tiefen Quellen mischen, davon die Ursache sein. Für die künstliche warme Quelle von Rüdersdorf haben spätere Beobachtungen eine Zunahme von 1° auf 114 Fuß weitere Tiefe ergeben — eine Zahl, die danach bei vielen Berechnungen angewandt wird, weil sie die Zunahme der Erdwärme in keinem Falle übertreibt.

Die natürlichen heißen Quellen haben meistens keine so starke Hitze, als man sich gewöhnlich vorstellt. Solche mit siedendem Wasser, wie der Geiser auf der Insel Island, sind sehr selten. Eine Quelle zu Triechera bei Valencia in Südamerika hat 72°, der Karlsbader Sprudel 59°, die Burt-

scheider Quellen bis 62°, die von Aachen 46°. Die Quellen von Montd'or haben 38°, ebenso einige in Teplitz, während andere daselbst nur 21° besitzen. Andere Thermen zeigen nur einen Wärmegrad, wie er sich aus der Temperatur der Sommerregen erklären läßt.

Die warmen Quellen behalten jedoch, wenn sie auch keine Siedehitze haben, ihre Temperatur nicht bloß durch Jahre, sondern selbst durch Jahrhunderte sehr gleichmäßig, und nur in der Nähe der Vulkane, wo das unterirdische Feuer zuweilen Veränderungen bewirkt, hat man ein schnelles Steigen oder Sinken gesehen. Dabei richtet sich das Vorkommen der heißen Quellen sehr nach den Gebirgen. Ueberall brechen die heißesten Quellen aus großer Tiefe, aus Spalten und engen Thälern hervor; auf den benachbarten Höhen befinden sich gewöhnlich Sauerbrunnen, die zwar nicht heiß sind, aber ebenfalls die Wärme der gewöhnlichen Quellen um einige Grade übertreffen. So ist es in Schlesien, im Erzgebirge, in der Wetterau, auch in der rheinischen Gebirgen und vielfach anderswo.

Die Temperatur-Zunahme in den Schachten ist keine so regelmäßige, wie in den artesischen Springquellen; aber sie ist lange genug beobachtet worden und so allgemein, daß auch aus ihr sichere Schlüsse gezogen werden können. Zuweilen kann freilich die Erwärmung von außen kommen, durch Luft, durch Regenwasser, durch die Ansammlung der Grubenarbeiter oder die Ausstrahlung ihrer Lichter u. s. w. Dieser Einwand verschwindet aber, wenn man z. B. den folgenden Vorfall in einer Grube bei Freiberg in's Auge faßt. In einer Tiefe von 861 Fuß mußten Wasserzugänge, die in der Minute mehrere Kubikfuß gaben, mittelst eines Keilverspundens verschlossen werden. So wurde ein 62 Fuß langer, 6 Fuß hoher und 3 Fuß breiter Raum abgesperrt, der nun mit Wasser gefüllt war. Am 30. September 1832 und am 20. März 1833 ward die Temperatur dieser Wassermasse unter-

sucht, und zwar absichtlich zu diesen Zeiten, weil eine Einwirkung der Luftwärme, falls eine solche stattgefunden hätte, vom vorhergegangenen Sommer oder Winter her jetzt am merklichsten hätte sein müssen. Beidemal wurde aber etwas über 13° gefunden, woraus eine Temperaturzunahme von 1° auf 128 Fuß zu schließen wäre. In englischen Gruben fand man eine solche Zunahme auf je 125, auch auf 111 bis 115 Fuß. Bei einer vergeblichen Brunnenbohrung in der Nähe von Genf, wo man bis 682 Fuß hinabdrang, ergab sich eine Wärmezunahme von 1° Grad auf etwa 115 Fuß. Im Allgemeinen ist also die Uebereinstimmung deutlich. Merkwürdig bleibt es, daß auch schon innerhalb der Berge eine etwas höhere Temperatur stattzufinden scheint. Boussingault hat eine Beobachtung in horizontaler Richtung in dem erzführenden Gebirge von Marmato angestellt. Dieses aus porphyrartigem Syenit bestehende Gebirge ist so steil, daß man es als eine ungeheure Wand betrachten kann, und in verschiedenen Höhen in sein Inneres durch Stollen eindringt. In einem dieser Stollen nun, 4494 Fuß über dem Meere, ist die mittlere Temperatur am Eingange 16° R., und es findet nach dem Innern eine Temperaturzunahme von 1° auf eine Länge von ungefähr 127½ Fuß statt. So ist es im Durchschnitt, denn die Zunahme ist nicht regelmäßig, sondern richtet sich nach der Dicke des über dem Stollen befindlichen Felsens, also nach der Figur der Oberfläche des Gebirges.

Aber ist die Zunahme der Wärme nach dem Erdinnern überall so leicht und schon in einer Tiefe von 70 oder 80 Fuß zu merken? Hierauf müssen wir mit Nein antworten. Das nördliche Sibirien (es gibt auch ein in der gemäßigten Zone gelegenes), durch seine Kälte mit Recht verrufen, obwohl die Sommer ziemlich warm werden, bietet die merkwürdige Erscheinung dar, daß dort der Boden,

selbst in der heißesten Jahreszeit, von einer gewissen Tiefe ab sich gefroren findet. Nach Osten zu wird die Dicke dieser eisigen Schicht immer größer, und selbst in Jakutzk ist sie so beträchtlich, daß man durch Graben und Bohren noch nicht bis an ihre untere Grenze gekommen ist. Ein Einwohner von Jakutzk hatte zu Anfange des vorigen Jahrhunderts mit einigen Jakuten einen Contrakt abgeschlossen, um einen Brunnen zu graben; aber nachdem die Arbeiter eine Tiefe von 90 Fuß erreicht hatten, und die Erde noch immer gefroren war, weigerten sie sich, weiter zu graben. Dies ist in der That auffallend, entspricht aber den übrigen Verhältnissen; denn auch im heißesten Sommer thaut dort der Boden nur bis auf 3 Fuß Tiefe auf. Gleichwohl ist dies kein Widerspruch gegen die allgemeine Regel. Aus einer neueren Nachricht ergibt sich, daß auch in jenen erstarrteu Erdschichten die allgemeine Erscheinung des Wärmerwerdens mit der Tiefe nicht fehlt. Im Jahr 1830 beschäftigte sich ein Einwohner von Jakutzk mit der Anlage eines Brunnens. Die Arbeiter gelangten bis zu 78 Fuß unter der Erdoberfläche, aber noch fand man kein Wasser. Im Jahre 1831 grub man bis auf 90 Fuß, immer noch durch gefrornes Erdreich. Weiter geht unsere Nachricht nicht, aber es scheint unzweifelhaft, daß man endlich doch Wasser gefunden haben wird, da das Thermometer, welches einige Fuß unter der Erdoberfläche auf —6° stand, auf dem Grunde der Grube bereits auf —1° stieg.

Bei Betrachtung der Meereswärme werden wir ferner sehen, wie die Kälte der unteren Wasserschichten ebenfalls keinen Einwand gegen die Regel der Wärmezunahme mit der Tiefe abgeben kann, indem sie sich aus den eigenthümlichen Gewichtsverhältnissen des Wassers in der Nähe des Gefrierpunktes erklärt. Alle Zweifel fallen jedoch hinweg, wenn man die großartige Erscheinung der Vulkane und Erdbeben betrachtet. Zwar wird selten wirklich ausbrechendes Feuer gesehen; allein die geschmolzenen Steinmassen, die ausgeworfene Asche, die aufsteigenden Wasser-

dämpfe, die Aushauchung heißer Luft und Anderes zeugen von großer unterirdischer Hitze. Dabei steht es fest, daß die Hitzherde der Vulkane keine abgesonderten sind, sondern auf große Strecken unter sich im Zusammenhange stehen. Die Krater der Vulkane sind nur vereinzelte Oeffnungen oft sehr großer Herde. Das ganze Hochland von Quito ist als ein Vulkan zu betrachten, ähnlich wie der Aetna, der einen großen Theil von Sicilien einnimmt, mit seinen vielen Oeffnungen nur einen Vulkan darstellt. Vulkane und Erdbeben sind Erscheinungen, die der Erde als Ganzes angehören. Durch vereinzelte chemische Prozesse unterhalb der Gebirge oder Länder lassen sie sich nicht erklären.

Der menschliche Scharfsinn hat sich angestrengt, die Ursache der innern Erdwärme, welche schon in einer Tiefe von wenigen Meilen, wenn sie von außen nach innen fortwährend steigt, eine erstaunliche Hitze sein muß — eine Hitze, die alle Stein- und Metallmassen zu schmelzen vermöchte — zu erklären, oder doch wenigstens eine großartige Anschauung derselben zu geben. Es ist daher höchst interessant, einige dieser Versuche neben einander zu stellen. Peron betrachtete die Erde als einen an der Oberfläche kaum etwas aufgethauten Eisklumpen, weil die Meere in der Tiefe kälter werden. Diese Annahme fällt von vornherein, da die Erde, wir wir gesehen haben, in ihrem Innern eine größere Wärme hat, als ihre Oberfläche je durch die Sonne erlangen könnte. Prevost schreibt ebenfalls alle Wärme der Erde der Sonne zu; seine Annahme ist gleich der ersten durch die innere Erdwärme widerlegt, aber für den ersten Augenblick hat sie etwas sehr Ansprechendes. Man denke sich einen Braten, der am Spieß über dem Feuer gedreht wird. Das Fleisch kehrt dem Feuer des Herdes wechselsweise verschiedene Theile seiner Oberfläche zu; von der einen Seite erhitzt es sich durch die Strahlen des Feuers, von der andern erkaltet es durch seine eigene Ausstrahlung. Die Wirkung einer oder zweier Umdrehungen ist noch klein und beinahe unmerklich; es gehört Zeit dazu, damit das Feuer

durchdringe. Endlich aber durchdringt es die ganze Masse und erhält sie in einer gleichmäßigen Hitze, nur auf der Oberfläche zeigt sich im Augenblicke, wenn sie dem Feuer zugewandt ist, eine kleine Steigerung. Stellen wir uns einen an der Sonne erwärmten Planeten auf diese Weise vor und denken uns denselben von vernünftigen Wesen bewohnt. Diese würden glauben, daß ihre Erde gegenwärtig eine eigene vom Feuer unabhängige Wärme besitze; denn sie würden bemerken, daß der Unterschied zwischen den Temperaturen ihrer Tage und Nächte nicht sehr groß ist. Sie würden ferner sich überzeugen, daß die Strahlen des Feuers während einer Umdrehung nicht viel mehr als die äußerste Rinde durchdringen. Dies müßte geschehen, weil sie von vornherein eine eigene Wärme der Erde angenommen haben; da diese im Innern sich langsam fortpflanzt, so verstreut sie sich des Nachts ebenfalls sehr langsam. Nur die oberste Rinde erkaltet und nur von dem Wärmeersatz durch den Herd gibt das Thermometer Rechenschaft. Die innere Wärme, weil sie sich durch fast immer gleiche Wechsel auf demselben Grad erhält, scheint beinahe gar keinen Verlust zu erleiden. Man würde also ungefähr ähnliche Erscheinungen wahrnehmen, wie auf der Oberfläche der Erde, und doch würde man Unrecht haben, wollte man daraus schließen, die Wärme des Wohnorts sei von der des Herdes unabhängig. Sie kommt im Gegentheil ganz und gar vom Herde, und wenn das Feuer des letzteren erlöschte, würde sie sich völlig verstreuen.

Wir wissen bereits, daß diese Annahme der Erfahrung widerspricht. Unter der veränderlichen Schicht müßte die Wärme nach innen eine gleichmäßige sein, während sie nach allen Beobachtungen eine zunehmende ist. Besser stimmt in dieser Beziehung eine Annahme von Poisson, die wir zwar nicht theilen, aber doch anführen, weil sie ein lebendiges Bild von dem Zusammenhange des Erdlebens mit der übrigen Welt gewährt. Wenn man, so lautet die Annahme, von einem Punkte der Oberfläche der Erde in irgend einer Richtung eine grade Linie

unbegrenzt fortzieht, so wird sie zuletzt immer auf einen Stern treffen, möge diese nun für unsere Augen sichtbar oder unsichtbar sein. Die Erde befindet sich also in einem Raume, welcher von allen Seiten wie von einer geschlossenen Hülle begrenzt wird und, der außerdem von einem äußerst lockeren Aether erfüllt ist. Obgleich die Entfernungen dieser Sternenhülle unermeßlich sind, so würde dies dennoch die wärmende Wirkung der Sterne auf den Erdkörper weder hindern noch verringern, wenn der Aether nichts von der durchgehenden Wärme zurückbehielte. Angenommen, die Sternenhülle habe überall die nämliche Temperatur, so müßte auch in dem ganzen Raume eine gleichmäßige Wärme herrschen und die Erde wird diese Temperatur annehmen, welche sich indessen durch die Einwirkung der Sonne noch steigern muß. Allein die Voraussetzung einer gleichen Temperatur aller Theile der Sternenhülle ist durchaus unwahrscheinlich, wenn man zugibt, daß die Sterne, wenigstens die meisten, gleich der Sonne eine eigne durch besondere Ursachen unterhaltene Wärme besitzen, welche sich durch die wechselseitige Strahlung nicht ausgleicht. Auch wird wohl durch die Hinderung des Aethers einige Ungleichheit veranlaßt. Die Temperatur des weiten Raumes wird also eine verschiedene sein, in der einen Gegend höher, als in der andern. Der Durchmesser der Erdbahn aber ist im Vergleich zu den Entfernungen der Sternenhülle zu klein, als daß innerhalb der jährlichen Bewegung ein Unterschied wahrgenommen werden könnte. Anders jedoch verhält es sich mit der langsamen Bewegung des Planetensystems im Weltenraum. Bei derselben nähert sich die Erde gewissen Sternen, entfernt sich von andern und tritt mit neuen Gestirnen in Wärmeaustausch. Denken wir uns nun, die Erde habe bei dieser Bewegung so lange in einem Theile des Himmelsraums verweilt, daß sie in ihrer ganzen Masse dessen Temperatur angenommen hat. Wenn sie hierauf in eine andere Region übergeht, deren Wärme geringer ist, so wird sie erkalten, und bis ihre Masse durch und durch diese neue Temperatur angenommen hat, die

Wärme der Erde nun von der Oberfläche bis zum Mittelpunkte wachsen. Das Gegentheil wird stattfinden, wenn sie in eine wärmere Gegend kommt. Geschieht die Wanderung zu schnell, so wird die wechselnde Erkaltung oder Erwärmung nicht bis zum Kern dringen, sondern sich nur bis auf eine gewisse Tiefe erstrecken. Gegenwärtig befindet sich die Erde in einer Gegend des Himmelsraums, die vergleichungsweise kalt ist; darum herrscht nach innen noch die frühere Hitze.

Einfacher ist die Sache, wenn man sich die Erde als eine ehemals feuerflüssige Kugel vorstellt, die von außen nach innen erkaltet. Daß ein solcher Zustand einst stattgefunden, ergibt sich aber schon aus der Abplattung an den Polen und der Anschwellung am Aequator. Sollte nun eine Erkaltung eintreten, so mußte die Umgebung kälter sein, als die Erde selbst; Fourier nimmt an, etwas kälter, als die Polargegenden der Erdkugel. Bis jetzt hat sich aber von der innern Wärme nur ein Theil verstreut, die Oberfläche dagegen wird nach ihrer verschiedenen Lage zur Sonne mehr oder weniger erwärmt, und dadurch entstehen die Unterschiede der Klimate. Auf diese Abkühlung von außen, und auf die Frage, ob die Abkühlung durch die Einwirkung der Sonne ersetzt werde, oder ob sie in merklichem Grade auf die Aenderung des Wärmestandes der Erde einwirke, müssen wir nun genauer eingehen.

Als die Hitze der Erdkugel noch eine sehr hohe war, mußte alles Wasser auf ihr in Dampf aufgelöst sein. Sie war von einer mächtigen Atmosphäre umgeben; in den höchsten Regionen aber, wo die Kälte des Raumes einwirkte, schlugen sich die Dämpfe wieder nieder. Es regnete, doch kam der Regen nicht bis auf die heiße Erdfläche herab, sondern verwandelte sich schon in deren Nähe wieder in Dampf. So blieb die Erde lange Zeit in einer für das Licht fast undurchdringlichen Nebelumhüllung, es gab keine Sonne für die Erde, aber es gab auch noch keine lebenden Wesen auf derselben. Indem nun die äußere Luft- und Dunsthülle sich fortschreitend abkühlten, erkaltete allmählich auch die festgewordene Grundfläche, und als die Hitze derselben unter den Siedepunkt

gesunken war, blieb das fallende Wasser auf ihr stehen, die Nebelhülle lichtete sich über dem neuentstandenen Meer. Die Erde wurde für das Licht der Sonne zugänglich, und in dem noch warmen Meere entstanden die ersten organischen Wesen. In Folge der Erkaltung wurde die Erdrinde zusammengezogen, die innere Hitze brach zuweilen durch, verursachte Spalten, trieb geschmolzene Massen empor, diese erhärteten und blieben als Gebirge stehen. So schied sich Luft und Wasser, Meer und Land.

Dies sind die allgemeinen Züge. Aber wie lange dauerte es, bis das Meer entstand, wie lange, bis dessen Temperatur auf den heutigen Zustand herabsank? Diese Fragen sind sehr verschieden beantwortet worden. Buffon berechnete 3000 Jahre für den Zustand des Glühens der Erde, und 34000 Jahre bis sie so weit erkaltete, daß sie noch nicht berührt werden konnte. Das nachherige Meer war noch ganz in der Atmosphäre vorhanden, weil die Erde noch wenigstens 25000 Jahre so heiß war, daß sie alles Wasser in Dampf verwandelte. Zuerst erkalteten die Polarländer, wo nach Buffon auch die Bevölkerung begann, und wegen der höheren Temperatur lebten Elephanten und andere tropischen Thiere damals im hohen Norden, wo man in der That gegenwärtig noch ihre Ueberreste findet. Die Erkaltung der Erde währt übrigens noch fort, und nach 93000 Jahren wird sie unbewohnbar werden. So groß diese Zahlen sind, so haben doch neuere Versuche und Berechnungen ergeben, daß sie noch weit höher angenommen werden müssen. Wenn man geschmolzenen Basalt als eine Kugel von etwa zwei Fuß Durchmesser gießt, so dauert die Abkühlung, ehe sie nur die Tiefe einiger Zoll erreicht, viele Tage lang. Die Gesteinschichten unserer Erde sind ebenfalls schlechte Wärmeleiter, und an den Vulkanen hat man wahrhaft überraschende Erscheinungen dieser Art gesehen. Die Lava, welche aus dem Kratern herausquillt, hat eine solche Hitze, daß die meisten Metalle dadurch geschmolzen werden, bald jedoch bildet sich auf ihr eine starre Rinde, deren zerrissene Schlacken wie Eisschollen

auf einem Flusse fortziehen, und mehrmals sind Reisende über solche glühende Ströme, die von kalten Stücken oder einer Rinde bedeckt sind, hinübergeschritten. Breislack berichtet, daß er sieben Jahre nach einem Ausbruch des Vesuvs die Lava noch heiß und rauchend gefunden habe, und daß dessenungeachtet sich in einigen Theilen derselben die oben aufliegenden Schlacken mit Flechten bekleidet hatten. Es gibt Laven am Aetna, die nach einem Verlauf von 25 bis 30 Jahren noch heiß und rauchend sind. Spallanzani fand am Aetna Lava, welche seit 11 Monaten zu fließen aufgehört hatte, noch glimmend; in den Rissen erschien sie, ungeachtet der Tageshelle, noch dunkelroth, und ein hineingehaltener Stock gerieth sogleich in Flammen. Nun denke man eine geschmolzene Masse von 1719 Meilen Durchmesser! — Daß kalte und warme Massen sich sehr nahe sein können, ergibt sich noch aus einer andern Thatsache. Gemellaro, ein durch seine Kenntniß des Aetna berühmter Naturforscher, fand an diesem Berge eine Eismasse, über welche ein Lavastrom geflossen war; aber nach Jahren war sie noch nicht geschmolzen, die kalte Rinde hatte die Wärmeleitung aus dem Innern verhindert. Bischof, der sich viel mit der Abkühlung der Erde beschäftigt hat, gibt erstaunliche Zahlen, die uns jetzt aber nicht mehr Wunder nehmen werden; für die Zeit z. B., wo in unsern Gegenden in Folge der innern Erdwärme ein Tropenklima herrschte und jene riesenhaften, mehrfach wiederkehrenden Wälder wuchsen, aus denen die Steinkohlenlager entstanden sind, 1,300,000 Jahr vor der gegenwärtigen!

Eine so langsame Abkühlung hat nicht Allen zugesagt, und man hat deshalb eine plötzliche behauptet und durch allerlei seltsame Gründe, z. B. den Stoß eines Kometen, der die Erdachse in eine andere Stellung brachte, zu vertheidigen gesucht. Man wollte dadurch das Vorkommen von Elephanten, Nashörnern &c. im sibirischen Eise erklären. Letztere Erscheinung ist in der That merkwürdig. Im Jahre 1771 wurde an den sandigen Ufern des Wilhoui in Sibirien in der Tiefe von einigen Fuß ein Nashorn aufgefunden, so

vollkommen erhalten, daß es noch mit Fleisch und Haut bedeckt war. Eine spätere, im Jahr 1799 an der Küste des Eismeers nahe bei der Mündung der Lena gemachte Entdeckung ist noch auffallender; man stieß auf einen ungeheuern Elephanten, der in einem Eisblock eingefroren und dessen Fleisch so frisch war, daß die Jakuten der Umgegend ihre Hunde damit fütterten. Nun hat man gesagt, vielleicht seien diese Thiere durch gewaltsame Fluthen dahin gekommen, etwa in Folge jener ungeheuren Sturmfluth aus Süden, durch welche J. R. Forster die merkwürdige südliche Spitzenbildung der Erdtheile, Halbinseln und Inseln zu erklären suchte. Aber jede Erklärung durch weite Uebertragung ist unzulässig; denn wenn die beiden großen Thiere, von denen wir oben sprachen, nicht unmittelbar nach dem erfolgten Tode eingefroren wären, so hätte die Fäulniß ihr Fleisch zersetzt. Die Vermuthung oder Wahrscheinlichkeit, daß Sibirien vormals ein heißes Land gewesen sei, da Elephanten und Nashörner daselbst zu Hause gewesen, und andrerseits die Meinung, daß die Umwandlung oder Verheerung, welche den Tod dieser beiden Thiere herbeigeführt hat, den ganzen Landstrich mit einem Mal in eine eisige Polargegend verkehrt habe — dies nöthigte allerdings, zu einer plötzlichen Aenderung in der Richtung der Erdachse seine Zuflucht zu nehmen. Doch hat sich eine viel einfachere Erklärung gefunden. Betrachtet man zunächst Gestalt und Größe der beiden Thiere, so zeigen sie allerdings die größeste Verwandschaft mit jenen Arten, welche heut zu Tage Asien und Afrika bewohnen; die Fangzähne des Elephanten vom Eismeere waren mehr als 9 Fuß lang, sein Kopf wog mehr als 4 Centner ꝛc. Allein seine Haut zeichnete sich durch einen sehr merkwürdigen Umstand aus: sie war mit schwarzen Mähnen und röthlichem Haar oder Wolle bedeckt. Die Eisbären, welche das Fleisch verzehrten, hatten mit ihren Tatzen in den feuchten Grund mehr als 30 Pfund Haare und Mähnen eingetreten, welche von dem Naturforscher Adams wieder hervorgeholt wurden. Der doppelte

Pelz des Polarelephanten, die steifen Haare des dortigen Nashorns führen ganz einfach zu der Ueberzeugung, daß beide Thiere nicht aus dem Süden stammen, sondern den nordischen Gegenden selbst angehören und in einer Zeit hier gelebt haben, die schon bedeutend kalt war. A. v. Humboldt, welcher während seines Aufenthalts in Sibirien, 1830, mit Untersuchungen über die Wärme der unterirdischen Schichten beschäftigt war, glaubt in der Kälte, welche ungeachtet der warmen Sommer den Boden in einer Tiefe von 5 oder 6 Fuß beständig gefroren macht, einen Aufschluß zu finden. Während in den Monaten Juli und August die Luft am Mittage eine Temperatur von 20—24½° R. besaß, war in dem Breitengrade von Berlin oder Hamburg der Boden so kalt, daß Brunnen von geringer Tiefe nur 1 oder 2° über dem Gefrierpunkt zeigten. Lebten, so sagt Humboldt, Thiere, die wir gegenwärtig als Bewohner der heißen Zone ansehen, gleich den Bambusarten, den baumartigen Farrenkräutern, den Palmen und den Korallenthieren, im Norden des alten Continents unter dem Einfluß der inneren Wärme, die durch Spalten mit der Atmosphäre in Verbindung stand, so ist begreiflich, wie in dem Maße, als die Atmosphäre sich abkühlte, die Pflanzen- und Thierklassen, welche eine größere Temperatur-Gleichheit erforderten, allmählich aussterben mußten. Unter den Thieren haben sich einige der kräftigsten Raçen ohne Zweifel nach Süden begeben, und daselbst noch einige Zeit in den den Wendekreisen näheren Gegenden gelebt. Andere Arten oder Varietäten sind nicht so weit gegangen, sie konnten sich vermöge ihrer Organisation und Lebensweise mitten in der gemäßigten Zone und, wie die stark behaarten Dickhäuter, selbst in nördlicheren Gegenden an das Klima gewöhnen. Wenn nun bei einer der letzten Umwälzungen, welche die Oberfläche unseres Planeten erlitt, Elephanten und Nashörner, die übrigens von anderer Art sind, als die in Afrika oder auf Sumatra, im Laufe des sibirischen Sommers nach dem Ausflusse der Lena und den Ufern des

Wilhui gewandert sind, so wird man hernach daselbst ihre Leichname finden, in der Tiefe von einigen Fuß, eingehüllt in gefrorne Erdschichten, die sie gegen Fäulniß schützten. Es bedurfte dabei gar keines ungewöhnlichen Ereignisses; schwache Erdstöße, Risse im Boden und Veränderungen in der Beschaffenheit der Oberfläche können die Erhaltung der fleischigen Theile der Elephanten und Nashörner bewirkt haben. Unterstützt wird diese Annahme durch die von Humboldt angeführte Beobachtung, daß der indische Königstiger, welchen man gewöhnlich ein Thier der glühenden Zone nennt, noch heut zu Tage in Asien unter sehr hohen Breiten vorkommt. Er streift z. B. im Sommer bis an den westlichen Abhang des Altai-Gebirges bei Barnul, wo man deren mehrere von ungeheurem Wuchse getödtet hat. Man denke sich also den afrikanischen Löwen bis zur Nordsee und Ostsee hinaufdringend! Wenn Tiger im nordöstlichen Sibirien bis zu den Breiten von 62° oder 65°, etwa bis Jakutzk und darüber hinaus, gelangten und in eine Erdspalte fielen, die unten mit Eis gefüllt ist, so könnte noch in dem jetzigen Zustande des Klimas von Asien etwas Aehnliches geschehen, wie die berühmte Eisumschließung des Mammuths von Adams und des Nashorns am Wilhui. Die Annahme einer plötzlichen Erkaltung der Erdkugel ist also durchaus unnöthig. Beiläufig sei hier bemerkt, daß man sich in Nordasien und Nordamerika überhaupt schon in den kältesten bekannten Erdgegenden befindet, und daß die Temperatur am Nordpol selbst wahrscheinlich etwas milder ist, als auf einigen bereits besuchten Punkten, wie z. B. auf der Insel Melville. Sibiriens Boden ist ein natürlicher Eiskeller; als man im Jahr 1821 in Beresow Mentschikows 92 Jahre lang verschlossenes Grab öffnete, fand man die Leiche, ja sogar die Bekleidung derselben vollkommen unverändert.

Wir haben Grund zu glauben, daß die Erde sich schon sehr lange in dem gegenwärtigen Zustande der Wärme befinde. Es ist darum ein voreiliger Schluß, wenn man aus den

scheinbar dem Süden angehörigen Pflanzen und Thieren, die man im Norden versteinert findet, gleich folgert, es müsse vor wenigen Jahrhunderten oder Jahrtausenden daselbst sehr warm gewesen sein. Die ehemaligen Arten sind nicht die jetzigen, und noch gegenwärtig sehen wir, wie Thiere, die sonst große Aehnlichkeit zeigen: braune, schwarze und Eisbären, Hirsche und Rennthiere, zu einem Theil in warmen, zum andern Theil in kalten Gegenden leben. Der hohe Norden hat seine riesigen Wallfische, und es ist, wie gesagt, vorschnell gefolgert, wenn man für jedes in der Erde gefundene große Thier gleich ein Tropenklima voraussetzen zu müssen glaubte. Zudem sind die jetzt so allgemein gewordenen „Schilderungen der Urzeit" häufig ganz fabelhafte Phantasien. Da wird die Erde bald über und über von gewaltigen Fluthen bedeckt, bald bricht sie krachend entzwei, bald wühlt sich ihre ganze feste Rinde durcheinander. Wohl mögen frühere Veränderungen der Erde zum Theil stürmischer gewesen sein, als die gegenwärtigen; allein die ungeheure Zeit, die während den verschiedenen Land- und Gebirgsbildungen verfloß, läßt eine Vorstellung zu, die weniger von plötzlichen Revolutionen erfüllt ist. Wenn wir gegenwärtig sehen, wie einige Theile der schwedischen Küste sich während eines Jahrhunderts um 40 Zoll aus dem Meer erhoben, so haben wir daran vielleicht ein Beispiel der ehemaligen Landhebungen. Zuweilen entstehen in wenigen Tagen neue Vulkane oder Inseln, und so ist es gewiß auch früher geschehen; doch nichts nöthigt uns, alle Epochen der Vorzeit in der Weise zu denken, als seien die Erdtheile immer mit einem Ruck, gewaltsam aus der Tiefe gehoben und dann wieder ebenso plötzlich hinabgestürzt worden.

Gleichwohl ist die Frage von Interesse, ob die Erde bereits so weit abgekühlt sei, daß wir keine große Revolution mehr zu befürchten, keine neue große Gebirgsbildung mehr zu erwarten haben. Denken wir uns Sonne, Mond und Erde ursprünglich gleich heiß. Sie sind von ungleicher Größe, die Sonne kühlt sich darum am wenigsten, der Mond am meisten

ab; denn jene hat im Vergleich zu ihrer Masse eine kleine, diese eine große Oberfläche. Der Wärmeverlust ist vielleicht beim Monde so groß gewesen, daß wir ihn in der That kalt nennen können, bei der Sonne so gering, daß sie als heiß bezeichnet werden muß. Die Erde, in ihrer Größe zwischen beiden stehend, obschon im Vergleich zur Sonne immer noch viel kleiner, als der Mond im Vergleich zur Erde, muß ebenfalls schon viel Wärme in den Weltenraum verloren haben. Nun ist die Frage, ob ihre Wärme sich bereits im beweglichen Gleichgewicht befindet oder nicht, ob ihr Wärmeverlust von innen her durch die Sonneneinstrahlung von außen her vollständig ersetzt werde. Als die Erde noch eine glühende Kugel war, mußte ihre Ausstrahlung sehr groß sein, weil sie an den kalten Weltenraum um so mehr Wärme abgab, je größer der Unterschied der Temperatur war. So bildeten sich feste Schollen auf der feuerflüssigen Masse, die zu einer zusammenhängenden Schale erhärteten, während die Wasserdämpfe noch in der Luft schwebten, bis sie der Hauptmasse nach sich zu einem Meere niederschlugen. Die feste Schale verlor immer mehr Wärme nach außen, sie zog sich bei ihrer Abkühlung zusammen, aber nun übte das nicht zusammengezogene Innere einen gewaltigen Druck nach außen; es entstanden Sprengungen und Spalten, heiße Steinmassen quollen auf, die zu krystallinischen Gebirgen erhärteten. Je heftiger der Druck wurde, desto höher stiegen die ausgetriebenen Massen empor; die höchsten Gebirge sind darum die jüngsten. Haben nun die Wirkungen in Kraft zugenommen, so entsteht die Frage, ob vielleicht noch ein höheres Gebirge kommen könnte, als der Himalaya. Schweden hebt sich, viele Korallenriffe senken sich (nach Darwins Angabe), die Erdrinde ist also noch nicht ganz in Ruhe, die großen Sicherheitsöffnungen, die Vulkane, reichen nicht hin, wie wir an den Erdbeben sehen. Vielleicht senkt sich unser Erdtheil noch einmal in's Meer, während andere Stellen aufsteigen, und man findet nach Jahrtausenden versteinerte

Thiergärten und verschüttete Naturalienkabinete. Ist aber die Erde im Zustande des beweglichen Gleichgewichts, so bleibt die Erdrinde gleich und die Umbildungen derselben sind beendet. Leider haben wir keine scharfen Wärmebeobachtungen aus dem Alterthum, um vergleichen zu können, ob die Erde seitdem kälter geworden ist. Das Thermometer ist noch zu neu: hätten die Griechen es gekannt, so ließe sich unsere Frage natürlich viel besser beantworten. Die allgemeine Redensart älterer Personen: In meiner Jugend war es viel heißer — ist eine Täuschung, die im mer wiederkehrt; auf sie können wir uns nicht stützen. Auch die Angabe der Geschichtsschreiber sind nicht hinreichend. Wenn Tacitus und andere Römer von der Kälte Deutschlands reden, so ist daraus nicht zu schließen, daß es in Deutschland seitdem wirklich gar viel wärmer geworden; man muß nicht vergessen, daß es Italiener waren, die jene Aussprüche thaten. Jeder verachtet gewissermaßen das Klima eines Landes, das etwas nach Norden liegt, obwohl es vorkommt, daß ein nördlicher gelegenes Land milder ist, als das benachbarte unter niederer Breite. Biot sagt deshalb treffend: „Man kann von einem Ende Europas bis zum andern das Vergnügen haben, Jeden über seine nördlichen Nachbarn schmähen zu hören. In Italien sieht man Frankreich als ein Land von rauhem und strengem Klima an. Hier finden wir unser Land sehr schön, aber England scheint uns die Heimath der Nebel zu sein. In London beklagt man sich durchaus nicht über das Klima, allein man spricht von Schottland, als von einem Lande, das der Sonne fast ganz beraubt ist. Die Schotten finden solche Urtheile sehr lächerlich, haben jedoch großes Mitleid mit den Bewohnern der Shetlandsinseln; diese behaupten in ihrer Reihe, daß sie es weit weniger kalt als in Schottland haben, und daß man höchst unglücklich auf Island und den Faröern sei. Ich bin überzeugt — so schließt Biot — daß die Isländer mit Verachtung gegen Spitzbergen erfüllt sind." Der Dichter und Philosoph Jacobi in Düsseldorf nannte das rheinländische Klima, das man in Ostdeutschland nur zu preisen gewöhnt ist, ein Hunde-

klima. Nur Nizza, Neapel und Sicilien, wo man selbst im Winter den warmen Sonnenschein in freier Luft unter Palmen oder zwischen immergrünen mit wohlriechenden Früchten und lieblich duftenden Blüthen bedeckten Orangenhainen genießen kann, wo der Oleander die Bäche schmückt, wo schon das blose Dasein ein Vergnügen ist, hatte nach seiner Meinung ein mildes Klima. Wir werden weiterhin sehen, daß wirkliche Klimaveränderungen, wo sie vorgekommen sind, von Entwaldungen und andern äußern Einwirkungen herrühren; hier wollten wir uns nur überzeugen, daß aus den Meinungen von Reisenden oder Geschichtsschreibern weder auf eine Erkaltung, noch eine Erwärmung der Erde als Ganzes geschlossen werden kann. Der scharfsinnige Laplace hat vielmehr einen Beweis aus andern Gründen geliefert dafür, daß die Temperatur des Erdkörpers im Allgemeinen sich seit 2000 Jahren nicht um $1/_{170}{}^0$ des hunderttheiligen Thermometers geändert hat.

Denken wir uns an jeder Speiche eines gewöhnlichen Rades, wie es z. B. die Scheerenschleifer gebrauchen, bedeutende Gewichte auf eine bewegliche Art angebracht, so daß man sie an den Speichen nach Belieben entweder um die Achse des Rades zusammen-, oder gegen den äußern Rand des Rades hinausschieben, oder auch an jedem beliebigen Punkte der Speiche festhalten könne. Wir versetzen alle diese beweglichen Gewichte zunächst um die Achse und suchen nun auszumitteln, welche Kraft wir auf die Curbel ausüben müssen, um dem Rade die Geschwindigkeit einer Umdrehung in der Secunde mitzutheilen. Jetzt schieben wir die Gewichte nach außen. Das Rad wiegt nicht mehr und nicht weniger als vorher, gleichwohl wird nunmehr eine größere Kraft erfordert, um es von Neuem mit solcher Geschwindigkeit zu drehen, daß auf eine Secunde eine Umdrehung kommt. Wenn also die Masse einer in ihrem Gewicht sich gleichbleibenden Scheibe, eines Rades oder einer Kugel sich nach außen drängt oder der Umfang zunimmt, so wird

bei Einwirkung der vorherigen Kraft die Bewegung nachlassen; umgekehrt wird die Drehung sich beschleunigen, wenn das Gewicht sich zusammendrängt oder der Umfang abnimmt.

Da Wärme die Körper ausdehnt, Kälte sie zusammenzieht, so wird das Rad, wenn es erhitzt wird, sich vergrößern; es wird sich verkleinern, wenn es sich abkühlt. Unter der Einwirkung derselben Kraft wird also dasselbe Rad sich um so langsamer drehen, je heißer es ist, und um so schneller, je kälter es wird. Der Unterschied ist keineswegs unbedeutend. Die sogenannte Unruhe in der Uhr macht bei großer Wärme die Secunden zu lang, bei Kälte zu kurz, weil sie sich das eine Mal langsamer, das andre Mal schneller bewegt. Wenn dieser Uebelstand nicht durch eine besondere Einrichtnng ausgeglichen wird, so wird die Uhr im Sommer zu spät und im Winter zu früh gehen.

Die Erde aber ist eine im Weltenraume schwebende Kugel, welche jeden Tag in Folge eines ursprünglichen Anstoßes einen Umschwung um ihren Mittelpunkt vollendet. War sie vor 2000 Jahren in Folge höherer eigener Wärme etwas größer, so wird sie ihre Umdrehung langsamer vollendet haben, als jetzt. Ist die letztere nicht schneller geworden, so können wir schließen, daß auch ihre Größe und ihr Wärmestand derselbe geblieben ist.

Die Umdrehung der Erde wird nach der Zeit bestimmt, welche verfließt, bis ein Stern wieder in derselben Richtung am Himmel erscheint. Dieser Sterntag beträgt an unsern Uhren 24 Stunden 3 Minuten 56 Secunden, weil die Sonne in Folge ihrer scheinbaren jährlichen Bewegung täglich um 3 Minuten 56 Sekunden nach Osten zurückbleibt. Nun hatten zwar die Alten keine Uhren, deren Bestimmungen uns zu dem Nachweise dienen könnten, daß die Dauer des Sterntages weder zu- noch abgenommen habe. Sicherer aber noch als solche Instrumente ist die eigene Bewegung des Mondes zur Zeitbestimmung zu gebrauchen. Wir sehen,

wie jeden Tag der Mond nach Osten rückt, während er seinen scheinbaren Tageslauf macht; jeden Tag geht er später auf und kommt in einem Monat um die ganze Erde herum. Dabei ist er aber von der täglichen Umdrehung der Erde ganz unabhängig. Auch wenn die Erde plötzlich aufhörte, sich um ihren Mittelpunkt zu drehen, würde der Mond in seiner kreisähnlichen Bewegung um die Erde ungestört fortfahren. Er kann also als eine vollkommene Uhr dienen. Hipparch in Alexandria hat vor 2000 Jahren den Bogen aufgezeichnet, welchen der Mond in einem Sterntage durchläuft. Dieser Bogen ist nach allen Beobachtungen der Araber und in der neueren Zeit noch immer derselbe, folglich auch die Dauer des Sterntages. Die Uebereinstimmung aber ist im Wesentlichen so genau, daß, wenn auch eine kleine Verschiedenheit stattfinden sollte, sie nicht den hundertsten Theil einer Secunde betragen kann.

Wir wollen indeß annehmen, die mittlere Temperatur des Erdkörpers habe seit 2000 Jahren wirklich um 1 Grad des 100theiligen Thermometers abgenommen. Da wir die innere Masse der Erde nicht kennen, so denken wir, sie hätte bei Erwärmung oder Erkaltung die Ausdehnung oder Zusammenziehung des Glases, das ist ungefähr um $^1/_{100{,}000}$stel für einen Grad. Hätte sich die Erdkugel um $^1/_{100{,}000}$stel zusammengezogen, so würde eine Vermehrung der Umdrehungsgeschwindigkeit um $^1/_{50{,}000}$stel eingetreten sein; der Sterntag wäre demnach um $\frac{86{,}400}{50{,}000}$ oder $1^7/_{10}$ Secunden kürzer geworden. Die Mondbeobachtungen von Hipparch ergeben aber, daß, wenn eine solche Verkürzung stattgefunden, sie nicht einmal $^1/_{100}$ Secunde beträgt, also nicht den 170sten Theil von $1^1/_7$ Secunden. Mithin hat sich die Temperatur der Erdkugel nicht um $^1/_{170}$ Grad des hunderttheiligen Thermometers geändert. Dagegen läßt sich freilich einwenden, daß die Zusammenziehung der Erdmasse vielleicht noch geringer, als die des Glases ist, also die Wärmeabnahme etwas größer sein könne, ohne daß sie für die Umdrehungszeit eine

solche Wirkung habe. Geben wir aber sogar zu, daß die Zusammenziehung der Erdmasse 17mal so klein sei, als die einer gleich großen Glaskugel, so bleibt immer noch kaum $^1/_{10}$ ° C. oder $^1/_8$ ° R. übrig.

Wir können also sagen, daß wir dem Zustande des beweglichen Gleichgewichts wenigstens sehr nahe sind, mögen auch wegen der verschiedenen Dicke der Erdrinde hier und da allmähliche Hebungen und Senkungen oder Ausbrüche von Vulkanen und Erschütterungen des Bodens vorkommen. Die innen heiße Masse ist von dem kalten Weltraum, der sehr verschieden auf 40 — 48 ° unter dem Gefrierpunkt geschätzt wird, in keinem Falle aber die höchste auf der Erde beobachtete Kälte viel zu übersteigen scheint, gewissermaßen abgesperrt; was von Wärme noch entweichen kann, ist unbedeutend oder geht sehr langsam nach außen. Zwar wird das Innere während eines ungeheuren Zeitraums nach und nach erkalten; aber es wird nicht unter die Temperatur hinabsinken, welche die Oberfläche durch die Sonnenstrahlen im Laufe des Jahres empfängt und nach der Ausstrahlung zurückbehält. Nach Fouriers Berechnung kann diese innere Abkühlung für die Oberfläche nur die Wirkung einer Herabstimmung um $^1/_{24}$ ° R. haben, und es werden 30,000 Jahre verstreichen, ehe die Hälfte dieser kleinen Verminderung eingetreten ist. Vor einer Erstarrung der Erde brauchen wir uns also nicht zu fürchten, denn selbst wenn die Hitze, die jetzt in der Tiefe mehrerer Meilen noch ungeheuer ist, sich zerstreut haben wird, kann die allgemeine Erdwärme nicht merklich unter diejenige sinken, welche die Erdoberfläche gegenwärtig durch die Sonne empfängt. Die noch möglichen allgemeinen Aenderungen der Erdwärme an der Oberfläche sind also in sehr enge Grenzen eingeschlossen. Könnten wir beweisen, daß die Sonnenwärme nicht in allen Jahrhunderten dieselbe gewesen sei, so hätten wir darin freilich eine ausreichende Begründung für die Möglichkeit großer Wechsel im Klima. Allein wir wissen nichts Bestimmtes

darüber. Die Stellung der Erde im Verhältniß zur Sonne ist keine ganz feste; aus astronomischen Beobachtungen ergibt sich nämlich, daß die Mittagshöhe der Sonne vor 2000 Jahren am längsten Tage eine halbe Sonnenbreite größer war, als jetzt, am kürzesten Tage um eben so viel kleiner; ferner, daß die Ellipse der Erdbahn sich gegenwärtig etwas öffnet und mehr der Kreisform nähert. Beiden Veränderungen sind indessen enge Grenzen gegeben, sie gehen wieder zurück und ihr Einfluß auf die Temperatur ist beinahe für nichts zu rechnen.

Es wäre jedoch ein Irrthum, wollte man der innern Erdwärme und ihrer allmählichen Ausstrahlung, Leitung oder Fortführung gar keinen Einfluß auf die Oberfläche zugestehen. Wir kennen vielmehr fünf solche Ursachen, welche noch gegenwärtig dem Innern der Erde Wärme entziehen, und zwar

1) das Aufsteigen heißer Quellen. Auch diejenigen Quellen, deren Wärme sich etwas über die Wärme des Regens erhebt, entziehen der untern Erde ein Wenig von ihrer eigenthümlichen Temperatur;

2) das Abschmelzen derjenigen Gletscher an ihrer untern Fläche, welche an Orten liegen, deren mittlere Bodentemperatur über Null ist. Gletscher auf Boden, dessen Wärme unter dem Gefrierpunkt steht, verhalten sich gleichgültig, da zwei gleichkalte oder gleichwarme Gegenstände einander nichts rauben oder mittheilen;

3) die erwärmten aufsteigenden Wasserströme im Meere und in Seen und die davon zum kleinen Theil mit abhängige Verdunstung des Wassers auf der Oberfläche;

4) die vulkanischen Wirkungen: brennende Gase, geschmolzene Stein- oder Metallmassen, heißes Wasser;

5) die Entwicklung warmer Luftmassen, vorzüglich von Kohlensäure, die zum Theil eine beständige ist, zum Theil nur mit Ausbrüchen der Vulkane verbunden vorkommt oder diesen nachfolgt.

Fourier hat gefunden, daß die innere Wärme, welche im Verlaufe eines Jahrhunderts eine Fläche von einem

Quadratfuß durchdringt und sich in den Himmelsraum ausbreitet, eine Eissäule schmelzen könnte, welche diesen Quadratfuß zur Grundfläche und ungefähr 9 Fuß Höhe hat. Und dies wäre nur der Verlust durch Leitung, wozu der durch wirkliche Fortführung und durch Bindung bei Gasentwickelungen noch hinzukommt.

So viel steht fest, daß die innere Erdwärme in der Vorzeit eine große Rolle gespielt hat und die Urgeschichte der Atmosphäre bedingt. In der Gegenwart ist sie nicht erloschen; aber die Sonnenwärme ist jetzt die treibende und bewegende Kraft.

Viertes Kapitel.

Die Luftwärme im Wechsel der Tages= und Jahreszeiten.

An sehr kalten Morgen hört man oft die Aeußerung: „Es ist sehr kalt, aber wie kalt mag es erst um Mitternacht gewesen sein!“ Wir haben bereits gesehen, daß ein solcher Schluß falsch ist. Die Luftwärme, worunter wir hier die Wärme der Luft nahe am Boden verstehen, ist keineswegs im Laufe des Tages oder des Jahres so regelmäßig vertheilt, daß die größeste Wärme oder Kälte immer zur Zeit des höchsten oder entferntesten Sonnenstandes stattfände. Die Abweichung von diesem Verhältnisse ist vielmehr eine sehr starke. —

Die Ursache davon ist eine mehrfache. Zunächst muß man bemerken, daß die Wärme der Luft ihr der Hauptsache nach nicht unmittelbar durch die Sonnenstrahlen selbst, sondern durch die Zurückstrahlung des Bodens mitgetheilt wird. Das Sonnenlicht erzeugt eine beträchtliche Wärme nur dann, wenn es auf einen undurchsichtigen Körper fällt, weshalb man auch im Brennpunkt eines Brennglases wohl Gold zu schmelzen, aber nicht Wasser zum Kochen zu bringen vermag; ja, fällt der Brennpunkt in die Luft, so geräth diese nicht einmal in zitternde Bewegung wie über einer Lichtflamme. Einiges von ihrer erleuchtenden und erwärmenden Kraft verlieren die Sonnenstrahlen bei ihrem Durchgange durch die Atmosphäre aber doch. Wenn an einem heiteren Tage die Sonne höher

steigt, oder gegen Abend sich wieder dem Horizonte nähert, so lehrt schon die gewöhnliche Erfahrung, wie die Helligkeit zugleich größer oder kleiner wird. Indem die Sonne auf eine Fläche beinahe senkrecht scheint, erhält diese die größeste Menge von Strahlen, die in dieser Zone überhaupt möglich sind; steht die Sonne am Horizont, so treffen die Strahlen zum größesten Theil über die Fläche hinweg. Aber dies ist nicht Alles. Zu Mittag geht der Sonnenstrahl beinahe auf kürzestem Wege durch die Lufthülle der Erde; gegen Abend aber hat er einen sehr langen Weg zu machen, ehe er von der äußeren Grenze der Atmosphäre auf den Grund kommt, darum wird er auch geschwächt, viel mehr geschwächt, als am Mittage, weshalb wir bei Sonnenauf- oder Untergang die Scheibe ohne Gefahr der Augen ansehen können. Aehnlich ist es mit der wärmenden Kraft der Sonne. Man überzeugt sich davon, wenn man ein Brennglas von mäßiger Stärke nimmt, welches selbst bei hohem Stande der Sonne mehrere Secunden Zeit erfordert, um einen Körper zu entzünden. Je tiefer die Sonne sinkt, desto mehr Zeit ist bei einem solchen Versuch nöthig, und zuletzt will es gar nicht mehr bis zum Brennen kommen.

Durch Messung der erwärmenden Kraft und Berechnung des Weges, den die Sonnenstrahlen bei verschiedener Richtung durch die Atmosphäre zu nehmen haben, hat man gefunden, daß von 100 Sonnenstrahlen, welche auf die Atmosphäre fallen, bei senkrechtem Stande selbst an den heitersten Tagen nur etwa 70—80 zum Boden gelangen. Im Laufe eines ganzen Tages geht also noch mehr als $^1/_4$ verloren, da die Sonne bei uns während des ganzen Tages ziemlich schräg steht. Nach Bouguer verlieren die senkrecht auffallenden Sonnenstrahlen bei ihrem Durchgange durch die Atmosphäre bei völlig heiterem Wetter ein Drittel ihrer Stärke. Auf hohen Bergen, wo die Luft dünner und die ganze Luftschicht weniger stark ist, wirken die Sonnenstrahlen, obgleich es aus

Gründen, die wir weiterhin kennen lernen werden, in der Höhe kälter ist, als im Thale, stärker auf das Thermometer ein. Es wird nur ein kleinerer Theil derselben verschluckt oder zerstreut, als in der Tiefe; daher macht sich auch die Einstrahlung viel unmittelbarer geltend und die Zeit der größesten Tageswärme trifft nahe an die Mittagsstunde.

Bleibt aber auch ein Theil der Licht- oder Wärmestrahlen in der Luft zurück, so geschieht die Erwärmung doch hauptsächlich am Boden; das Luftmeer wird von unten aus gewärmt. Die Wirkung ist also mit der Ursache nicht gleichzeitig, sondern folgt derselben erst nach. Ueberdies wird sie durch Einwirkung von Wolken und Regen, sowie durch kalte oder warme, trockene oder feuchte Winde mannigfach verschoben, verdeckt, oder ganz ausgeglichen. Indessen sehen wir von diesen abändernden Umständen für den Augenblick noch ab und verfolgen das Gesetz des Wärmewechsels bei heiterem Himmel und ruhiger Luft.

Wenn die Sonne aufgeht, finden ihre Strahlen eine sehr abgekühlte Luft. Sich aber höher erhebend, dringt ein Theil ihrer Wärme in den Boden ein, die Grundfläche erwärmt sich, und geht auch durch die Strahlung gegen den Himmelsraum Einiges verloren, so behält doch die Einstrahlung das Uebergewicht. Auch nachdem die Sonne ihren höchsten Stand bereits erreicht hat, ist einige Stunden hindurch die Wärmemenge, welche auf die Erde gelangt, noch größer, als diejenige, welche verloren geht. Daher ist es nicht um 12 Uhr am wärmsten, sondern die Wärme steigt noch allmählich bis 2 oder 3 Uhr, im Winter nur bis 1 Uhr. Sinkt dann die Sonne wieder in bedeutendem Maße, so überwiegt der Verlust den Gewinn, und besonders um die Zeit des Sonnenuntergangs erfolgt das Sinken der Temperatur mit großer Schnelligkeit. In den Tropen, wo wegen des mehr senkrechten Hinabsteigens der Sonne auch die Dämmerung fast ganz fehlt und die Nacht beinahe plötzlich hereinbricht, ist dies noch auffallender als bei uns. Humboldt beobachtete auf

einem Berge an der Küste des Antillen- (mexicanischen) Meeres, wie drei Minuten nach der letzten scheinbaren Berührung des Sonnenrandes mit dem Horizont der See, der Wärmemesser plötzlich von 20 auf 17° R. herabsank. Diese außerordentliche Erkältung hätte die Wirkung eines niedersteigenden Luftzuges sein können, wie er zwischen Bergen häufig vorkommt; doch blieb die Luft ruhig und kein Wind ließ sich spüren. In der Nacht fehlt die obere wärmende Ursache ganz. Die am Tage gesammelte Wärme strahlt jetzt gegen den kalten Himmelsraum, die Temperatur muß sinken und würde noch geringer werden, wenn nicht der warme Boden außer seiner Strahlung auch durch die Leitung Wärme abgebe, die nun an die Luft gelangt. Die Erkältung dauert durch die ganze Nacht, und erst wenn sich die Sonne wieder dem Horizont nähert und ihre ersten Strahlen heraufsendet, beginnt eine neue Erwärmung. Der Gang der Temperatur im Laufe von 24 Stunden ist also weder gleichmäßig mit der Sonne, noch überhaupt symmetrisch. Die größeste Wärme ist um ½2—2 Uhr, im Winter etwas früher, weil die Sonne gleich nach dem Mittage schon wenig Wärme im Ueberschuß erzeugt, im Sommer etwas später wegen des hohen Sonnenstandes, der auch nach 2 Uhr es verursacht, daß die Einstrahlung nicht gleich durch die Ausstrahlung überwogen wird; die kleinste Wärme dagegen bei oder etwas vor Sonnenaufgang (etwa eine halbe Stunde). Im Winter ist darum die Zeit der zunehmenden Wärme sehr kurz, nur 5 — 6 Stunden; im hohen Sommer jedoch ist die Länge der beiden Theile mehr gleich, die Zeit der zunehmenden Wärme 10 — 11, die der abnehmenden 14 oder 13 Stunden.

Die beiden Zeitpunkte Sonnenaufgang und 2 Uhr Nachmittags, sind fast überall die kältesten und wärmsten. Nur auf hohen Bergen und in den Küstengegenden heißer Himmelsstriche tritt die höchste Wärme oft zu Mittage oder noch eher ein; dort, weil die Einstrahlung kräftiger ist und

auf einem kleinen Raume sich mehr abgesondert geltend macht; hier, weil sich mit zunehmender Tageswärme ein kühler von der See her wehender Wind erhebt, welcher die Wärme erniedrigt. Selbst am Rande der Ostsee hat man gefunden, daß die höchste Temperatur nicht so spät nach dem Mittage eintritt, wie im Innern von Deutschland.

Will man die mittlere Wärme eines Tages bestimmen, so genügt es nicht, die höchste und die niedrigste Wärme zusammen zu zählen und von der Summe die Hälfte zu nehmen. Zwar ist das Resultat nahe an dem richtigen, aber es findet dabei doch noch ein Unterschied statt; genau kann es schon darum nicht sein, weil die beiden Tageshälften vor und nach der größesten Wärme nicht gleiche Länge haben. Ziemlich damit übereinstimmend ist die Wärme zur Zeit des Sonnenunterganges; allein diese Zeit ist schwierig zu benutzen, da binnen wenigen Minuten große Veränderungen erfolgen. Genauere Zahlen bekommt man, wenn man um 4 Uhr des Morgens und des Abends, oder um 10 Uhr des Morgens und des Abends beobachtet und nun aus beiden Beobachtungen die Hälfte oder aus allen 4 das Viertel sucht. Das Drittel aus 6 Uhr des Morgens, 2 Uhr des Mittags und 10 Uhr des Abends weicht ebenfalls nur wenig ab.

Aehnlich wie im Laufe des Tages, ist es im Laufe des Jahres. Vergleicht man den Gang der Wärme während einzelner Jahre, so findet man freilich große Verschiedenheiten, man vergleiche z. B. die kalten Winter von 1812 und 1855, (Moskau und die Krim) mit dem warmen von 1833 bis 1834, und bedenke dabei, wie die Kälte des einen Erdtheiles gewöhnlich durch die Wärme eines andern ausgeglichen wird. Trotzdem gibt es im Ganzen und Großen eine durchgreifende Regelmäßigkeit, nur daß sie sich auch nicht an die längsten und kürzesten Tage bindet, sondern dem Sonnenstande in gewisser Entfernung nachfolgt.

In Deutschland — in der heißen Zone wird durch die andere Art der Jahreszeiten und die regelmäßigen Jahresregen Alles geändert — finden wir die kältesten Tage Mitte Januar, die wärmsten Ende Juli. So ist es auch in Lappland, am persischen Meerbusen, kurz in den meisten Gegenden der nördlichen gemäßigten und der kalten Zone — obwohl mit Ausnahmen. Zu Las Palmas auf Gran Canaria fällt die größere mittlere Wärme nicht in den Juli oder in den August, sondern in die Mitte des Octobers; der Sommer ist unverhältnißmäßig lang und warm, weshalb auch ein Wald von Dattelpalmen, der sich vom Thale heraufzieht, gute Früchte reift, was bei den einzeln stehenden Palmen auf Teneriffa nicht geschieht. Aehnlich fällt im Innern von Nordamerika die größeste Kälte mehr in den Februar, was bei uns nur zuweilen, wie 1855, vorkommt.

Der allgemeine Gang aber ist der folgende: Wenn zu Neujahr die Tage länger werden, so ist doch die Ausstrahlung der Nächte immer noch größer, als die Einstrahlung am Tage, die ja selbst wieder durch Ausstrahlung verliert.

Wenn die Tage anfangen zu langen,
Dann kommt erst die Kälte gegangen.

Erst um die Frühlingsnachtgleiche macht sich der Gewinn bemerklich. Die Nächte werden kürzer, zugleich steht die Sonne höher. Die Wärme steigt langsam; wenn Schnee und Eis hinweg sind, sehr schnell bis in die Nähe des längsten Tages. Die Sonne sinkt langsam nieder, aber sie fügt noch jeden Tag eine neue Wärmemenge zu der alten hinzu, daher bleibt die Temperatur im langsamen Steigen. Endlich aber, wenn die Nächte wieder merklich länger werden und die Sonne tiefer steht, wird die Einstrahlung durch die Ausstrahlung aufgewogen, bald auch übertroffen; die Wärme nimmt wieder ab und würde noch schneller abnehmen, wenn nicht die erwärmte Erde noch eine Zeitlang ihren Vorrath an die Luft abgeben könnte.

Die Verschiedenheit der Tageswärme und Nachtkühle ist

in der heißen Zone sehr groß: man nennt darum mit Recht die Nacht den Winter der Tropen. Aber die Verschiedenheit der Monatswärme ist in einzelnen Tropengegenden höchst unbedeutend. Nach den Polen hin nimmt die Entfernung der Sommerwärme von der Winterkälte beträchtlich zu. In Stockholm und Petersburg steigt die Hitze an manchem Sommertage über die mittlere Jahreswärme am Aequator, der Winter bringt dafür bedeutende Kältegrade. Daß nördliche Länder einen warmen Sommer haben können, erklärt sich aus dem Ansteigen der Sonne im Juni und Juli und der großen Länge der Tage, die am Aequator niemals viel über 12 Stunden hinausgehen. Wegen der großen Gleichheit der Wärme in der heißen Zone pflegt sich auch um jene der Pflanzer nicht besonders zu sorgen. An Wärme fehlt es eben nie, wohl aber an Regen; bei uns hingegen sorgt sich der Landmann weniger um Regen, der manchmal häufiger ist, als er es wünscht wohl aber um schöne warme Tage. Wo der Winter nicht kalt genug ist, um das Pflanzenwachsthum auf mehrere Monate zum Stillstand zu bringen, gibt es natürlich auch keinen Frühling; der letztere ist höchstens ein Ausbessern des alten Kleides; kein Anziehen eines neuen Gewandes. Die nördlichen Länder dagegen, wo die immergrünen Laubhölzer verschwinden und nur Nadelbäume dem Winter ein dunkles Grün über der weißen Schneedecke geben, erfreuen sich eines schnellen Erwachens der Natur und damit eines Reizes, der uns manche Schönheit tropischer Landschaft vergessen lassen kann.

Von Rom bis Stockholm beträgt der Unterschied der mittleren Wärme von April und Mai überall 5 bis gegen 6° R., und gerade diese beiden Monate sind es, welche die schnellste Temperaturzunahme darbieten. In Schweden, wo der Monat April nur 2° mittlere Wärme besitzt, muß natürlich der Mai durch die Hinzufügung von 5 oder 6° eine auffallendere Wirkung auf die Entwickelung der Pflanzenwelt ausüben, als im Süden von Europa, wo der April selbst schon 9—10° warm ist. Am Polarkreise ist die Zunahme der Frühlingswärme noch

beträchtlicher und setzt sich sogar bis in den Monat Juni fort. Zu Drontheim in Norwegen sind die Temperaturen des April und Mai, wie die des Mai und Juni nicht blos um 5 oder 6°, sondern um 7 bis nahe 8° verschieden. Das Erwachen der Natur ist bei solchen Verschiedenheiten zwischen Winter und Sommer natürlich viel auffallender; aber es ist ein allgemein verbreiteter Irrthum, wenn man verlangt, es müsse schon um die Zeit des 21. März geschehen. Die Frühlingsnachtgleiche ist wie alle anderen astronomischen Punkte im Kalender nicht bestimmend für den Gang der Wärme. Das Sonnenklima allerdings hat Frühling, die Natur jedoch noch nicht, denn diese richtet sich nach dem wirklichen Klima. Die Nachbarschaft des Meeres gleicht die Unterschiede von Sommer und Winter oft so aus, daß zwischen den Jahreszeiten eines Küsten- und eines Binnenlandes nur eine allgemeine Aehnlichkeit besteht. Wo der Winter gelind war, wie in Neapel oder auf Inseln, vervollständigt die Natur ihr Kleid zeitig, aber allmählich. Wo der Winter strenge ist, wie im Innern der großen nordischen Erdtheile, da warten die Pflanzen erst eine gewisse Wärmesumme ab, ehe sie sich entfalten oder emporsteigen. Thiere, die nur einen Winterschlaf halten, können schon wieder erwachen, wenn auch blos einzelne Tage schön und warm sind; daher die Schmetterlinge oder Maikäfer, die im Januar oder Februar zuweilen in den Zeitungen fliegen und in den Expeditionen der Wochenblätter zu sehen sind. Die Pflanzen hingegen brauchen einige Zeit, um in Trieb zu kommen. Wenn uns der Frühling oft zu spät erscheint, so rührt dies daher, daß wir seinen Anfang zu zeitig setzen. Wirklicher Frühling ist im nördlichen Europa erst im Mai, und in Ostpreußen ist selbst der Name Maikäfer nicht mehr ganz treffend, weil er hier erst in den letzten Tagen des Mai erscheinen. Je weiter nach Norden, desto schneller entwickelt sich der Frühling aus dem Winter, aber desto später kommt er auch und desto kürzere Zeit dauert er.

Das Wiedererwachen der Natur im Frühlinge — eine

Erscheinung, die in ihrem ganzen Umfange jedoch nur Ländern angehört, deren mittlere Temperatur unter 13 oder 14° R. liegt, — tritt in dem Monate ein, dessen mittlere Temperatur 5 bis 7° erreicht. Erreicht ein Monat:

$4\frac{1}{3}°$, so entfaltet sich die Blüthe des Pfirsichbaumes (Amygdalus persica);
$6\frac{1}{2}°$, die Blüthe des Pflaumenbaumes (Prunus domestica);
$8\frac{4}{5}°$, so treibt die Birke (Betula alba) Blätter.

So könnte man ein ganzes Natur-Thermometer zusammenstellen; indeß, wie gesagt, die dabei stehende Zahl würde nicht die Temperatur des Tages bezeichnen, an welchem eine gewisse Pflanze eben aufblüht, sondern nur die allgemein vorhergegangene und gerade stattfindende mittlere Wärme.

In früheren Zeiten achtete man, wenn man von der Wärme oder Kälte der Länder sprach, nur auf die höchsten oder tiefsten Grade, die an einzelnen Sommer- oder Wintertagen beobachtet worden waren. Eine große Zahl von Irrthümern über Klima und Witterung rühren noch aus jenem Interesse an „afrikanischer Hitze" und „sibirischer Kälte" her. Man vergaß dabei, daß so hohe Kälte- oder Hitzegrade nicht gerade das ganze Jahr herrschen, und daß ein Land mit kaltem Winter doch einen sehr warmen Sommer haben kann; umgekehrt wieder, daß die mittlere Wärme eines Landes merklich groß sein kann, ohne daß Südfrüchte gedeihen, weil nämlich keine rechte Sommerhitze kommt. Gleichwohl wollen wir beispielsweise einige äußerste Temperaturen angeben. Die höchste Temperatur von 38° R. wurde von Burkhardt zu Esne in Ober-Aegypten während eines Chamsins beobachtet; die von Pondichery betrug 36°. Aber die mittlere Tagestemperatur der warmen Jahreszeit liegt weit niedriger. Die niedrigste Temperatur, von — 45° R., erfuhr Back in Nordamerika (Fort Reliance), als er durch die Polargegenden jenes Erdtheils reiste, um den Capitain Roß aufzu-

suchen. Auch Roß selbst im Elisabeth-Hafen, Franklin im Fort Entreprise und Parry während seiner nordischen Ueberwinterung haben erstaunliche Kältegrade, von 40, 39 und 34 Grad beobachtet; nicht mit dem Quecksilberthermometer, weil das Quecksilber schon bei 32° Kälte gefriert, sondern mit Instrumenten, die mit Weingeist gefüllt waren.

Sehr hohe und sehr niedrige Temperaturgrade liegen vorzugsweise im Innern der Festländer. Auf dem hohen Meere hat man noch niemals eine Temperatur beobachtet, welche 25° übersteigt, die meisten Beobachtungen erreichen noch nicht 24°, so daß selbst die in Petersburg wahrgenommene höchste Wärme $24^2/_3$°, darüber hinausgeht.

Es kommt also auf einzelne mehr zufällig hohe oder niedere Grade im Ganzen weniger an, als auf die mittlere Wärme der Jahre und Jahreszeiten. Diese mittlere Wärme hat im Allgemeinen einen sehr regelmäßigen Gang, und sie ist es, die auf Pflanzen- und Thierleben den meisten Einfluß ausübt. Viele Thiere fliehen sowohl große Wärme als Kälte, namentlich ist ihnen die letztere zuwider, obschon auch die erstere, z. B. auf das Rennthier, bald einen nachtheiligen Einfluß übt, weshalb es auch in Deutschland, überhaupt in mehr gemäßigten Erdgegenden, schnell verkümmert. Die Vögel helfen sich durch weite Reisen, wobei sie merkwürdigerweise nicht blos in das zunächstgelegene wärmere oder kältere Land, sondern gleich über ganze Länder und Meere hinziehen und erst in großer Ferne Schutz oder Nahrung suchen. Während des Sommers ist die Wärme über die nördliche Halbkugel zwar nicht allgemein dieselbe, aber doch sehr nahe verwandt; darum breiten sich viele Sommervögel, Schwalben, Störche, Nachtigallen, Schnepfen rc. bis an die Nord- und Ostsee, viele Sumpfvögel sogar bis nach Lappland aus. Dann aber kommt ein im Innern mancher Länder sehr strenger Winter, und nun beginnt der allgemeine Rückzug, welchen viele Vögel nicht in Italien und Griechenland, sondern erst in Afrika beschließen. Die vierfüßigen Thiere halten keine

so ausgedehnte Wanderungen, meistens bleiben sie ganz an ihrem Orte. Nun leben zwar einige, z. B. der Wolf, sowohl in heißen als in kalten Ländern; aber alle andere machen an der Grenze Halt, wo ihnen die Winter zu kalt oder die Sommer zu warm erscheinen. In Schweden gedeiht das Elenthier noch in einer Breite von 65°, im Innern Sibiriens dagegen trifft man es nur bis 55°. Durch ähnliche, sehr krummlinige Grenzen ist die Verbreitung vieler Pflanzen bezeichnet. An den westlichen Küsten Europa's gedeiht die Buche weit nach Norden hinauf, in Norwegen bis 59°, im Innern Europa's aber, wo die Winter viel kälter werden, zuletzt nur noch bis zur Krim und im nördlichen Rußland nicht mehr. Der schöne immergrüne Baum, welcher noch in Norwegen und Schottland vorkommt, die Stechpalme (Ilex aquifolium), gedeiht zwar noch im Thiergarten zu Berlin, ist aber mehrmals im Winter erfroren. Gewächse jedoch die sich mit einem kurzen Sommer begnügen, gedeihen weit nach Norden hinauf. Die Gerste erfordert, um mit einigem Vortheil gebaut zu werden, 90 Tage hindurch eine Mitteltemperatur von 6½ bis über 7°; da nun der Sommer von Norwegen und Lappland diese Bedingung erfüllt, so wird sie hier noch reif. In Sibirien aber kann sie nicht weiter gebaut werden, als bis 60°, weil dann der Sommer zu kurz wird. Im Allgemeinen kann man sagen: eine große Winterkälte ist nicht ungünstig für viele Culturpflanzen, wenn ihr nur eine bedeutende Sommerhitze nachfolgt.

In ähnlicher Weise wie man durch zwei oder drei Tagesstunden die mittlere Tageswärme berechnen kann, geschieht auch die Bestimmung der mittleren Jahreswärme. Ja man kann durch mehrjährige Beobachtungen gewisse Tage finden, die für einen bestimmten Ort seine mittlere Wärme unmittelbar angeben. Zu Ofen in Ungarn fällt diese Temperatur zwischen den 15. und 20. April und 15. und 25. October, in Mailand zwischen den 10. und 15. April und den 18. und

27. October. Im Allgemeinen trifft die Temperatur des Octobers mit der Mittelwärme des ganzen Jahres nahe zusammen. Dieser Monat würde also dasselbe für das Jahr bedeuten, etwa wie der Sonnenuntergang für den Tag.

Wie bereits erwähnt, hat die heiße Zone andere Jahreszeiten, als die gemäßigte. In hochnordischen Ländern kann man nur von einem langen Winter und einem kurzen Sommer sprechen; bei uns haben wir einen strengen Winter, wenigstens streng im Vergleich zu dem sehr günstigen Sommer, und dazwischen zwei Uebergangszeiten: Frühling und Herbst. Zwischen den Wendekreisen, wo die Sonne zweimal durch den Scheitelpunkt einer Gegend geht, wird die Wärme weniger durch den Stand der Sonne, der eigentlich zwei Sommer und zwei Winter bedeuten würde, indessen nur eine unbedeutende Wärmeerhöhung oder Verminderung erzeugt, als vielmehr durch den auch bei uns herrschenden Einfluß der Wolken und Regen bedingt. Im Sommer bewirken bei uns die Wolken den Tag über eine Verminderung der Wärme, weil sie die Einstrahlung hindern, in der Nacht eine Vermehrung, weil sie keine Wärme durch Strahlung entweichen lassen. Wenn dagegen im Winter der bis dahin heitere Himmel plötzlich sich bewölkt, so wird es etwas wärmer; auch ist es eine bekannte Erfahrung, daß es nach großer Kälte vor einem Schneefall plötzlich gelinder zu werden pflegt. Die Wolken haben also im Lauf der Jahreszeiten während der Nacht eine und dieselbe, am Tag eine umgekehrte Wirkung. Wolken kühlen im Sommer ab, ebenso der Regen, bei welchem überdies Verdunstungskälte entsteht.

Anders ist's in der heißen Zone. Nehmen wir uns eine Gegend derselben auf der nördlichen Halbkugel etwa in den Ländern an der Südküste des Antillen-Meeres. Ist hier im December und Januar die Sonne am weitesten vom Scheitel entfernt, so ist die Wärme am kleinsten. Kommt die Sonne zurück, so nimmt auch die Temperatur wieder zu, und dies würde so lange geschehen, bis sie genau im

Scheitelpunkt stände. Aber noch ehe dieselbe diesen Punkt erreicht, beginnt der Regen; die Temperatnr wird niedriger, während die Sonne ihre höchsten Kreise beschreibt. Erst später, wenn sie ihren Gang am südlichen Himmel fortsetzt, und sich also vom Scheitelpunkte entfernt, tritt eine neue Zunahme der Wärme ein, welche am höchsten steigt, wenn der Regen sein Ende erreicht. Regen und trockene Zeit, oder Kühle und Hitze wechseln also zweimal und zwar in verschiedener Weise, je nachdem die beiden Durchgänge der Sonne durch den Scheitelpunkt nahe oder entfernt liegen. Ein Beispiel. In Cumanaira in Südamerika, nördlich vom Aequator, herrscht die Trockne von Weihnachten bis zur Frühjahrs-Tag- und Nachtgleiche. Im April (am 16. geht die Sonne zum ersten Mal durch den Zenith), Mai und Juni fällt öfters einiger Regen; alsdann kehrt die Trockne zurück und dauert von Johanni bis Ende August, wo nun die eigentliche Regenzeit des Winters beginnt, die bis in den November dauert und während welcher das Wasser in Strömen vom Himmel fällt. Die Regenzeit bricht also herein mit dem zweiten Durchgange der Sonne durch den Zenith, den 27. August, mit demjenigen, welcher schnell auf den andern folgt.

Auch die Gegenden von Ostindien haben ihre niedrigste Temperatur im December oder Januar, weil dann die Sonne am weitesten vom Scheitel entfernt ist. Wenn die Sonne höher steigt, nimmt die Wärme zu, zugleich aber erfolgt im April der Wechsel des Monsuns; der Südwest, mit Dünsten beladen, bringt an der Küste von Malabar heftigen Regen, und die Temperatur, die im April den höchsten Stand erreicht hatte, sinkt bis zum Juli, wo die Regenmenge am bedeutendsten ist, so sehr, daß sie in den südlichen Gegenden sogar geringer ist, als im Januar; in Calcutta jedoch, wo die Regen geringer sind, steigt die Wärme bis zum Ende Mai und sinkt dann nur unbedeutend. Nehmen im Herbst die Regen ab, so steigt an der Küste Malabar die Wärme

auf's Neue, und am Ende Octobers erreicht sie abermals einen hohen Stand, worauf sie bis zum Januar wieder fällt. In Calcutta hat indeß der October keine höhere Wärme weil es schon zu sehr nach Norden liegt.

So ist denn in der heißen Zone der Wechsel der Wärme obgleich im Vergleich mit dem Norden nur unbedeutend, überall nach Zeit und Lage ein anderer. Doch bleibt das Gesetz: Orte oder Zeiten mit reichlichem Regen haben zwischen den Wendekreisen eine geringere Temperatur. In der Nähe des Aequators in Südamerika, von der Bai von Cupica bis zum Golf von Guayaquil, regnet es fast das ganze Jahr; die mittlere Temperatur beträgt daher auch nur etwa 21°, während Orte im Süden oder Nordosten, die weiter vom Aequator entfernt sind, aber wo es weniger regnet, mehr als 22° haben.

Fünftes Kapitel.

Meer und Land. Wasser- und Land-Halbkugel.

Unter dem Klima verstehen wir nicht blos die Wärme eines Ortes oder Landes. Der Ausdruck Klima bezeichnet in seinem allgemeinsten Sinne alle Veränderungen in der Atmosphäre, die unsere Organe merklich berühren: die Temperatur, die Feuchtigkeit, die Veränderungen des barometrischen Druckes, den ruhigen Luftzustand oder die Wirkungen ungleichnamiger Winde, die Größe der electrischen Spannung, die Reinheit der Atmosphäre oder die Vermengung mit mehr oder minder schädlichen gasförmigen Aushauchungen, endlich den Grad eigenthümlicher Durchsichtigkeit des Himmels, welcher nicht blos wichtig ist für die vermehrte Wärmestrahlung des Bodens, die organische Entwickelung der Gewächse und die Reifung der Früchte, sondern auch für die Empfindungen und die ganze Seelenstimmung des Menschen.

Die Wärme jedoch bleibt die eigentlich bewegende und verändernde Kraft. Nun ist aber dieselbe nicht so auf der Erde vertheilt, wie der Anblick des Aequators, der Wendekreise, der Polarkreise und der Pole auf Globus und Karte uns glauben machen könnte. Die größeste Hitze herrscht keineswegs überall unter dem Aequator und ist auch nicht so erstaunlich groß, als man in der Regel meint. Die Pole hinwieder scheinen etwas wärmer zu sein, als man zu glauben geneigt ist, denn es gibt im Norden von Nordamerika

und Asien kalte Gegenden, die zwar 14° unter Null als mittlere Jahrestemperatur haben, aber nach allen Anzeichen nimmt dann die mittlere Kälte nicht mehr zu, so daß wir im Norden zwei in den Jahreszeiten wechselnde Kältepole, besitzen, die nicht mit dem Erdpol zusammentreffen.

Man hatte lange Zeit Ebbe und Fluth des Meeres nur theoretisch betrachtet. Als man fragte, wie die wirkliche Ebbe und Fluth mit den Annahmen stimme, war die Antwort: Beinahe gar nicht. Der Frage nach der Wärmevertheilung auf der Erde, einer Frage, die besonders durch Humboldt und Dove beantwortet worden ist, erging es ähnlich. Die gewöhnlichen Bezeichnungen: heiße, gemäßigte und kalte Zone treffen zwar im Allgemeinen zu, aber die meisten Länder haben ein eigenthümliches Klima, das sich nicht blos von der Sonnenhöhe und der Tageslänge herleiten läßt. Wer würde es glauben, wenn es nicht bewiesen wäre, daß die Winter von Mailand kälter sind als die von Irland? daß man, wenn man im Januar von Hamburg nach dem Nordkap segelt, keineswegs in immer kältere Gegenden kommt, ja daß dann die nördlichen Fjorde an der norwegischen Küste wärmer sind, als die südlichen? Und solcher Beispiele ließe sich noch eine Menge anführen.

Die Ursachen, welche das Sonnenklima ändern, sind hauptsächlich: das durch die Winde hervorgebrachte Gemisch der Temperaturen verschiedener Breiten; die Nachbarschaft der Meere, welche ungeheure Behälter einer wenig veränderlichen Wärme sind; die Neigung, chemische Beschaffenheit, Farbe, Strahlung und Ausdünstung des Bodens; die Richtung der Gebirgsketten, welche das Spiel der niedersteigenden Luftströme begünstigen oder Schutz gegen erkältende Winde gewähren; die Gestalt der Länder, ihre Masse und ihre Horizontal-Ausdehnung gegen die Pole hin; die Schneemenge, die sie während des Winters bedeckt; ihre Temperaturzunahme und Zurückstrahlung in der Sommerzeit; endlich jene Eismassen, welche gleichsam pol-umgebende Festländer bilden, wandelbar

in ihrer Ausdehnung, deren abgesonderte Theile, von den Meeresströmungen fortgerissen, auf das Klima der gemäßigten Zone merklich einwirken.

In dieser Uebersicht der Ursachen für die verschiedene Gestaltung des Klimas tritt uns zunächst die Bemerkung entgegen, daß das verschiedene Verhältniß von Wasser und Land dabei die Hauptrolle spielt. Auf einer Erde, die nur vom Land oder vom Meer bedeckt wäre, würden die Klimate sich sehr regelmäßig gestalten, und wenn das Land überall aus gleichem Gestein oder Boden bestände und eine gleiche Höhe hätte, würde man die Wärme einer Gegend wirklich nach ihrer Entfernung vom Aequator berechnen können. Allein selbst dann könnte die Wärme des Aequators und die Kälte der Polargegenden nicht so weit aus einander liegen, als man glauben möchte. Der Aequator hat eine mittlere Jahreswärme von etwa 21°, der Nordpol nach Dove's Folgerungen aus den benachbarten nordischen Gegenden etwa 13° unter Null. Dies gibt einen Unterschied von 34° für den Durchschnittstag. Bestände die ganze Erde aus Land, so wäre der Aequator jedenfalls heißer, der Pol kälter, aber die Wirkung der Luftströmungen würde auch dann nicht aufhören, die Hitze der mittleren Erdgegenden zu mildern und die Kälte der Pole zu mäßigen. Sehr regelmäßig, doch sprungweise würde die Wärme vertheilt sein, wenn die Länder gleich den Streifen zwischen den Parallelkreisen oder Meridianen sich hinzögen. Indessen würden Meer und Winde ebenfalls ausgleichen und verbinden. Mit einem Worte, eine mathematische Vertheilung der Wärme wie die des Sonnenlichtes, könnte nur auf einer Erde stattfinden, die einen glatten Ball ohne Wasser und ohne Luft bildete. Wegen der Wichtigkeit der Grundfläche — denn von ihr aus wird die Luft vorzugsweise erwärmt — ist es mir wohl erlaubt, bei Erörterung der Vertheilung von Land und Wasser auf der Erdoberfläche etwas länger zu verweilen, als für den ersten Augenblick nöthig scheint. Wollen wir den Zusammenhang des Luftmeeres mit dem

Erdleben erkennen, so dürfen wir keinen mitwirkenden oder bedingenden Umstand außer Acht lassen.

Von vorn herein muß gesagt sein, daß über diesen ganzen Gegenstand nicht die Karte, sondern nur der Globus die rechte Anschauung gibt. So einfach das ist, so selten wird es in Anschlag gebracht. Die Planigloben verkleinern die Länder der heißen und gemäßigten Zone auf eine solche Art, daß man das wahre Verhältniß ganz übersieht. Die an den obern und unteren Rändern gezeichneten Gegenden erscheinen ferner in falscher Richtung, sie gehen von Ost nach West oder umgekehrt, statt von Nord nach Süd oder von Süd nach Nord. Auch verliert man die schiefe Stellung der verschiedenen Erdräume zur Sonne ganz aus den Augen. Selbst, wenn man dies alles recht gut weiß, wird man doch mannigfaltig getäuscht.

Die Vertheilung von Land und Wasser auf der Erde erscheint nicht blos sehr ungleich, sondern ganz regellos und räthselhaft. Wir wissen noch keine Gründe dafür anzugeben; vielleicht aber wird man nach Jahrhunderten in dieser scheinbaren Unordnung eine Harmonie erkennen, die wir erst in einzelnen Andeutungen gewahren und ahnen. Das Hervorragen der Landmassen hängt von der Höhe der Meeresfläche ab. Nun hat man aus dem verschiedenen Barometerstande auf einzelnen Oceanen geschlossen, daß der Luftdruck die Ursache sei und das eine Meer hinabdrücke, das andere höher stehen lasse. Indessen diese Verschiedenheiten sind nur local, und der Meeresstand ist auf den Hauptoceanen gleich. Wir bewegen uns hier durchaus noch auf einem dunkeln weiten Gebiete. Hat vielleicht die Verschiedenheit der Dichtigkeit der innern Erdmassen in der einen Gegend eine stärkere Anziehung der Oberfläche bewirkt, als in der andern, so daß die Erdrinde dort gesunken ist und jetzt den Grund eines Meeres bildet? Oder sind die Erdtheile große Gewölbe, durch vulcanische Kräfte gehoben?

Die Gestaltung der Landmassen ist in Bezug auf das Erdganze und seine Bewegung durchaus unsymmetrisch. Nirgends ist das hüben und drüben entsprechend, weder wenn man die Erde in eine nördliche und südliche, noch wenn man sie in eine östliche und westliche Halbkugel theilt. Zwei große Continente: der alte und der neue, liegen sich zwar ungefähr gegenüber; aber jener dehnt sich in die Breite, dieser in die Länge; jener ist mehr als 1½ Millionen □Meilen groß und hat dazu noch die größesten Inseln: Australien, Neuguinea, Borneo und Madagascar, in seiner Nähe; dieser liegt dagegen, nicht vielmehr als ein Drittheil der genannten Landmassen betragend, im ungeheuersten Wasserbecken der Erde.

Der Norden hat mehr Land als der Süden, aber auch der Osten mehr als der Westen. Deshalb theilen wir die Erde in eine nordöstliche und südwestliche Halbkugel ein; dort liegt das meiste trockene Land, hier dagegen übt der Ocean eine fast unbeschränkte Herrschaft, denn die Ausgleichung ist keine vollkommene, sondern das Wasser nimmt auf der Wasserseite mehr Raum ein, als das Land auf der Landseite. Wir erhalten also zwei große Gegensätze: eine tellurische und eine maritime Seite der Erde, wofür wir die kurzen und treffenden Namen Land- und Wasserwelt anwenden können. Merkwürdig ist, daß die Mitte der Wasserwelt etwa von der Antipoden-Insel in der Nähe von Neuseeland eingenommen wird und in großer Ferne von Inseln und den Spitzen der Festländer umgeben ist, während die Mitte der Landwelt durch die Nordsee oder durch die Stadt London bezeichnet werden kann.

Die Betrachtung der Erde als einer Land- und Wasserwelt ist eine sehr wichtige Auffassung. Auf der Land-Halbkugel erscheinen die Meere nur als Kanäle und Binnenseen, namentlich das nördliche Eismeer, welches durch Festländer und Inseln fast ganz eingeschlossen wird und durch den großen Gegensatz werden sehr wichtige physicalische Verhältnisse be-

dingt. Zunächst treten atmosphärische Erscheinungen in einen merkwürdigen Contrast; so herrscht z. B. auf den großen Meeren die Verdampfung des Wassers vor, während der große Continent da, wo die warmen, feuchtigkeitsreichen Südwest- und Westwinde an die kalten Gebirge stoßen (Coimbra in Portugal, Cumberland, Norwegen, die Alpen, der Himalaya), die beträchtlichsten Regenmassen empfängt. Die Wechselwirkung und Ausgleichung geschieht hauptsächlich auf den Gestadeländern, zu welchen auch die Südspitzen der Erdtheile gehören. Um den großen Ocean zieht sich ein ungeheures Gestadeland herum, von Südwest nach Nordost, den Aequator schräg durchschneidend, geht es vom Kap der guten Hoffnung über Ostafrika und Madagascar nach Arabien, Persien, Indien, China, Japan, Kamtschatka, nach Nordwest-Amerika, und an West-Amerika wieder südlich hinab bis zum Feuerland. Blos an zwei Stellen ist dieses Gestadeland unterbrochen: durch die schmale Beringsstraße und durch den breiten Ocean zwischen Südafrika und Südamerika. Das Gestadeland des atlantischen Oceans bildet zwei große gekrümmte, fast parallele Küstenzüge. Durch die Ausgleichung der Gegensätze gehören die meisten Gestadeländer zu den begünstigten Erdstrichen, indem sie von beiden Formen, dem Continent und dem Ocean, Vortheil ziehen. Sie haben den Wechsel von Land- und Seewinden, Südasien bis weit nach Osten hinauf sogar den regelmäßigen Wechsel der Monsuns, leiden weder an Uebermaß des Feuchten, noch des Trocknen, und bieten die größeste Mannigfaltigkeit in der Entwickelung der Pflanzen und Thiere und des Menschen.

Durch die verschiedene Vertheilung von Land und Wasser wird, wie erwähnt, das astronomische Klima bedeutend abgeändert. Das Land erhitzt sich mehr als das Wasser, es zeigt einen auffallenden Unterschied zwischen Tag- und Nachtwärme, zwischen Sommer und Winter, während auf der Wasserwelt Alles gleichmäßiger bleibt. Der Gegensatz von Land und Wasser hat namentlich auf der nördlichen Halbkugel sehr auf-

fallende Wirkungen. Warme und kalte Meeresströmungen, feuchte und trockene Winde ändern das astronomische Klima bald günstig, bald ungünstig. Die Haupterscheinung besteht darin, daß die Westküsten der alten Welt wärmer sind, als die Ostküsten Amerikas, dessen Westküsten dafür wieder wärmer sind, als die Ostküsten von Asien. Aber nicht blos auf das Klima der Länder, sondern auch auf die Entwickelung und den Charakter der Völker übt die Vertheilung des Landes und Wassers bedeutenden Einfluß. Wo die Länder sich näher liegen, sind auch die Anregungen zur Thätigkeit größer. In der Wasserwelt war bis zur Entstehung der Weltschifffahrt Alles zerstreut und darum zurückgeblieben.

Die Stellung der Erdtheile und Länder zum Ganzen und gegen einander ist ebenfalls für die klimatischen Verhältnisse und die Entwickelung und den Verkehr der Völker von einer tief eingehenden Bedeutung. So ist es für Europa sehr wichtig, daß es das warme Afrika zum Nachbar hat, auch wenn Afrika keinesweges als der Ofen zu betrachten ist, der unsere Länder heizt.

Sind die Erhebungen der Länder aus dem Meere zufällig oder zeigt sich auch hier ein System? Wie lückenhaft erschien früher das Planetensystem, und welche Harmonie ist jetzt nicht darin entdeckt worden! Freilich liegt das Erdsystem starr vor uns da; aber wenn wir kein mechanisches Triebrad der Schwere darin erblicken, so sehen wir dafür die Bildung der Halbinseln, die Züge der Gebirge, die Richtung der Winde, die Verbreitung der Pflanzen und Thiere, die Geschichte des Menschengeschlechts, und alles das sind Andeutungen von einer Harmonie in der scheinbaren Regellosigkeit.

Betrachtet man auf dem Globus die Stellung der Ländermassen zu den Wassermassen, so zeigt sich zunächst die „pyramidale Südgliederung der Erdtheile und Inseln zum Ocean." Vom 55. Grade südlicher Breite an ist südwärts kein Festland mehr zn sehen; das südliche Polarland, wenn

es wirklich vorhanden wäre und nicht vielleicht blos aus Inseln und Eismassen besteht, würde höchstens einige Tausend Quadratmeilen umfassen. Dagegen liegen im hohen Norden ungeheuere Länder und gehen theilweise bis 80° Norderbreite hinauf. Die Continente berühren sich dort fast; die Beringsstraße ist nur 10—12 Meilen breit, und die Entfernung von Europa nach Grönland, die über Island geht, läßt höchstens 200 Meilen Raum. Alles Land ist im Norden breit und verengt sich nach Süden; nicht bloß die Continente, sondern auch viele Inseln haben eine sich zum Keilförmigen neigende Gestalt. Im Norden ist also Ausbreitung, im Süden Zusammenziehung. Amerika erreicht bei 55, Australien bei 45, Afrika schon bei 35° Süderbreite sein in den Ocean auslaufendes Ende. Zuerst hat Baco von Verulam diese Gestaltung der Südspitzen bemerkt; A. v. Humboldt nennt sie den pyramidalen Bau der Erdtheile nach Süden. Durch denselben werden die Südspitzen der Erdtheile in ihrer Wärme benachtheiligt oder begünstigt, je nachdem sie in kälteren oder wärmeren Zonen liegen. Feuerland hat sehr kühle Sommer, in denen es sogar öfters durch einander regnet und schneit. Afrikas Südende dagegen würde wahrscheinlich sehr heiß sein, wenn es nicht durch das Meer eine Milderung erführe.

Auch in den Theilen der Continente, nicht blos in ihrer Gesammtheit, zeigt sich die erwähnte südliche Gliederung und Verengung. Europa sendet eine ganze Reihe von Halbinseln nach Süden: Spanien, Italien, die Türkei mit Griechenland und die Krim, und sogar die nördlichen Länder zeigen etwas Aehnliches, indem die Spitzen von Norwegen und Schweden nach Süden gerichtet sind. In Asien finden wir die Halbinseln Arabien, Vorderindien, Hinterindien, Korea und Kamtschatka. Am Nordrande ist Alles flacher oder einander mehr genähert. In Amerika ist zweimal ein breiteres Nordende vorhanden; Grönland, Florida und Kalifornien strecken auch hier ihre Spitzen nach Süden. Denkt man sich die Erdfläche ausgebreitet oder auf eine Ebene gelegt, so sieht man ein strahliges

Auseinanderfahren der Massen, einem Sterne ähnlich. Für die alte Welt ist es dabei von höchster Bedeutung, daß die vielgegliederten Südenden in wirthbare Breiten fallen; ihre natürliche Bevorzugung hat ihnen die historische Wichtigkeit gegeben, die sie für die ganze Erde gewonnen haben.

Es sind mehrere sinnreiche Versuche zur Erklärung dieser merkwürdigen Erdgliederung gemacht worden. Klöden hält es für möglich, daß die Umdrehung der Erde einst plötzlich eine andere geworden, und daß dies eine solche Umbildung oder Verwerfung des regelmäßig verbreiteten Landes veranlaßt habe. Eine andere Ansicht hatte der berühmte Botaniker Link. Er sah in der strahligen Anordnung der Erdmassen etwas Aehnliches, wie die sogenannten Lichtenbergischen Figuren auf dem Electrophor. Wenn man nämlich einen Harzkuchen positiv electrisirt und ihn dann aus einiger Entfernung mit einem feinem Pulver bestreut, so erscheinen strahlige Figuren. Nun entwickelt sich bei jeder weichen Kugel während ihres Hartwerdens Electricität, und so könnte es denn auch bei der Erdmasse gewesen sein. Johann Reinhold Forster hat ferner eine Hypothese aufgestellt, nach welcher die gegenwärtige Gestalt der Erdtheile die Wirkung einer großen Zerstörung ist. Als er auf seiner Weltreise als Begleiter Cooks an die Südspitze von Afrika kam, erstaunte er über das steinige Ende des Erdtheils, den hohen, massiven Tafelberg, welchem nach Innen zu ein mit Geröll bedeckter Boden folgt. Andere Erdgegenden und die Betrachtung der Karte zeigten ihm etwas damit Uebereinstimmendes, so die Spitzen der indischen Halbinseln und auch das Südende von Australien. Ein ungeheurer Sturm von Süden oder Südwesten, so folgerte er, hat eine gewaltige, Alles überschwemmende Fluth veranlaßt, die nur im atlantischen Meere und in der Beringsstraße einen Ausgang fand. Ueberall im Süden riß sie das Land mit hinweg, und nur an einzelnen Stellen blieb eine Gebirgsspitze stehen und schützte die dahinter liegende Erdmasse. Die hohen Gebirge des

alten Continents, welche riesige Quermauern bilden, retteten diese Gegenden; aber die Fluth ging doch über die Länder hinweg und bildete namentlich in Europa viele tiefe Einrisse: den Meerbusen von Lyon, das adriatische Meer, den Archipel, das schwarze, das asow'sche Meer und das kaspische Meer, im Norden den bothnischen Meerbusen, das weiße Meer und andere Einschnitte; selbst die großen finnischen Seen, welche von Süden nach Norden sich ausdehnen, stimmen damit überein. In Asien entstanden durch die Sturmfluth das rothe Meer, der persische Meerbusen, der Golf von Bengalen und der von Tonkin, das gelbe und das ochotskische Meer. In Amerika könnte man das californische Meer und andere nennen; auch die australischen Einbiegungen, die zu Forster's Zeit noch nicht im Einzelnen bekannt waren, lassen sich in diese Anschauung einreihen. In Sibirien waren damals große Skelette von Elephanten gefunden worden; dieselben, so wie versteinerte Palmen und Farrenbäume, sah Forster für Trümmer an, welche durch die Sturmfluth über die asiatischen Quergebirge hinübergeworfen wären. Diese Meinung wurde zwar später berichtigt, weil die nordischen versteinerten oder im Eise erhaltenen Pflanzen und Thiere zu andern Geschlechtern gehören, als die gegenwärtig lebenden tropischen, und in einer früheren Periode der Erde gewiß in jenen hohen Breiten gelebt haben: immer aber bleibt Forster's kühne und geistvolle Ansicht überraschend und lehrreich, indem sie ein höchst anschauliches und lebendiges Gesammtbild von den Hauptverhältnissen der Land- und Wassermassen gibt.

Im Alterthum wurde die gegenseitige Stellung der Erdtheile, so weit man sie kannte, durch kurze und treffende Namen bezeichnet, die auch noch heut als sehr bezeichnend erscheinen. Asien ist das Morgenland, Europa das Abendland; Afrika, dem Süden zugekehrt, ist das Mittagsland. Hier, wo die Hitze einen ungewöhnlichen Grad erreicht, ist der wahre Süden; der Südpol ist nur der mathematische Gegensatz des Nordens. Den Gegensatz zur gesammten alten Welt bildet Amerika, das neue Abendland, eine selbständige Seite der Erdkugel. Nur der

höchste Norden steht mit dem Norden von Asien und Europa in naher Verbindung; diese Regionen sind das Nordland. Im Gegensatz endlich zu dem continentalen Süden Afrika steht die zuletzt entdeckte oceanische Südwelt: Australien.

Betrachten wir in der Kürze die Gestaltung dieser Länderregionen, beachten indeß dabei hauptsächlich das Verhältniß zum Meere.

Zunächst die alte Welt und hier die einfachste Gestalt: Afrika. Dasselbe hat eine fast inselartige Bildung; die Umfangslinie ist länglich rund; fehlte der Meerbusen von Guinea, so wäre es eine vollkommene Eiform. Nur gegen Süden läuft der ungeheure Hauptkörper etwas enger zu, nirgends bildet er lange, sehr abgesonderte Halbinseln, denn die Meereseinbuchtungen sind mehr breit als tief. Bei einem Flächenraume von 550,000 □ Meilen ist die Gestadelinie nur 3400 Meilen lang. Darum hat Afrika die geringste Berührung mit dem Meere; überdies zu einem überwiegenden Theile unter den Tropen gelegen und vorherrschend mit Kalk- und Sandstein bedeckt, mußte es im Innern seine äußere Einförmigkeit wiederholen.

Auch Asien hat einen großen Stamm in Gestalt eines verschobenen Vierecks, allein an allen seinen Seiten befinden sich Halbinseln und Golfe, vorgeschobene Länder und Einschnitte. Die Halbinseln sind lauter bedeutende Länder, über deren Größe man erst eine rechte Vorstellung bekommt, wenn man bedenkt, daß eine der kleinsten, Kamtschatka, so groß ist, wie Italien. So entsteht eine größere Wechselwirkung zwischen Land und Meer, eine größere Länderverschiedenheit, so treten besonders auch neue Erscheinungen im Klima hervor. Dazu kommt, daß die Hauptmasse mehr außerhalb der Tropenwelt liegt, welche für große ebene Binnenländer nicht günstig ist. Wäre der Süden Asiens nicht in Halbinseln zertheilt, wäre Alles geschlossen, so müßte seine Natur eine völlig andere

sein; sie würde sich einförmiger und starrer gestaltet haben. Jetzt aber sind Arabien, Vorder- und Hinterindien, obwohl unter ziemlich gleicher Breite, sehr verschiedene Länder. Außerdem haben die Süd- und Südostküsten Asiens die Begünstigung, daß sie durch die Monsuns eine regelmäßige Verbindung erhalten, welche in den indischen und chinesischen Gewässern vom April bis October aus Südwesten, und vom October bis April aus Nordosten wehen. Jede Küste Asiens hat andern Boden; jede Halbinsel ein besonderes Volk. Die großen innern Hochebenen sind Afrika noch verwandt — man denke nur an die Wüste Sahara und die Wüste Gobi — wenngleich Innerasien bedeutend kühler ist; die Küstenländer Asiens dagegen sind ungleich vielartiger und reicher.

Europa, der kleinste Erdtheil der alten Welt, ist durch die mannigfaltigste Küstenbildung ausgezeichnet. Nur der Osten ist von Land begrenzt, und Rußland hat in der That noch etwas Orientalisches. Man könnte Asien die Wurzel oder den Stamm nennen, aus welchem das vielzweigige Europa als Krone oder Wipfel hervortritt. Nach Westen zu wird die Landgestalt lebendiger und geistiger, hier gewinnt die Form den Sieg über die Masse. Die Halbinseln sind im Vergleich zum Stamm sehr groß, deshalb zeigt sich Europas Erdmasse außerordentlich zerspalten und das Gestadeland sehr vervielfacht. Diese Gliederung ist übrigens nicht blos gegen den Süden, sondern auch gegen den Norden vorhanden, wo zwei Mittelmeere eingreifen, die Nordsee und die Ostsee. Die letzteren sind für die Natur Europas von hohem und zwar von begünstigendestem Einflusse, was uns klar wird, wenn wir sehen, wie ungünstig der Mangel eines nordischen Mittelmeeres auf ganz Nordasien einwirkt. Unter allen Halbinseln ist wieder die griechische am reichsten gegliedert; sie ist selbst in weitere Halbinseln getheilt und vereinigt alle Formen: Alpen, Hochländer, Stufenländer und Niederungen in sich. Darum hat sie auch einst jene herrliche Blüthe der Cultur gezeitigt. Nur etwa England, das sich fast halbinselartig zu Europa stellt, kann durch

Gebirge, Hochflächen, Buchten ꝛc. damit verglichen werden. Bei einer Oberfläche von 180,000 □ M. besitzt Europa, wenn man die Inseln hinzurechnet, eine Küstenkrümmung, die dem Umfange der Erde gleichkommt; bei fünfmal so großem Raume hat Asien nur 7000 M. Küstenkrümmung. Europas Küstenentwickelung ist eine dauernde Mitgift durch alle Jahrtausende; durch sie ist Europa am meisten mit dem Meere in Verbindung getreten. Groß-Brittanien ist geradezu auf die Meere angewiesen, Seeströmungen und Winde kommen ihm dabei zu Hülfe.

Der geistvolle K. Ritter, durch dessen Forschungen über Natur und Geschichte der Länder ähnliche Anschauungen erst möglich geworden sind, sagt: Der Cactus in seiner starren Form entspricht dem einförmigen Afrika, die Palme mit ihrem mächtigen Stamm und riesigen Blätterbusche könnte Asien symbolisch darstellen, die Obstbaumkrone würde dann ein passendes Bild von Europa sein. Buffon betrachtet die menschliche Hand als das Ideal der Gliederung in der Thierschöpfung; ähnlich ist Europa der am höchsten organisirte Landestheil der Erde. Der Westen ist auch historisch die Gesichtsseite der alten Welt, hier strahlt die Seele des Menschengeschlechts hervor.

Bei Afrika fehlt die Inselbildung fast ganz. Die nahen Inseln sowohl, als die in oceanischer Ferne sind zu klein, um eine Rückwirkung auszuüben. Madagascar freilich ist 10,000 □ M. groß, also gleich der Halbinsel Spanien; aber es ist ungünstig gelegen. In der Mozambik-Straße kommt von Norden her eine starke Strömung herab; so ist diese Straße eine der gefährlichsten und für unvollkommene Schifffahrt höchst schwierig zu übersetzen. Ferner sind die Bewohner Madagascars keine Neger, sondern Malayen, also dem Osten angehörig; arabische Colonisation von Norden her entfremdet die Insel ebenfalls ihrem Erdtheil. Sie ist wie in den Ocean hinausgerückt, gleichsam ein fernes Glied der Sundagruppe und nur für die Ansicht der todten Landkarte eine afrikanische Insel.

Was Afrika zu wenig hat, hat Asien fast zu viel. In einem Zuge von 1000 Meilen um den Süden und Osten herum, bald lange Ketten, bald große Gruppen, bald zerstreut liegend, bilden seine Inseln eine eigene Welt. Besonders ziehen die Sunda-Inseln unsere Aufmerksamkeit auf sich. Man fand auf ihnen einen großen physischen Reichthum, aber ihre Bewohner waren nicht im Stande gewesen, denselben zu bewältigen, wie denn überhaupt in der üppigen Tropenwelt der Mensch vor dem Walten der Natur verschwindet. Diese Sunda-Inseln sind ein vielfach zertheiltes, von einem warmen Meere umgebenes Land, unter einem südlichen Himmel gelegen. Alle Kräfte wirken hier voll und wie stürmisch: wir sehen auf- und untergehende Inseln, thätige Vulcane, eine durch schwüle Tropenhitze und große Feuchtigkeit so üppig wuchernde Vegetation, wie nirgends in der ganzen alten Welt, kaum, daß sie durch das mittägliche Amerika übertroffen wird. Nach dem Reichthume nützlicher Gewächse geschätzt, wäre die Sundawelt die erste der Erde: Sumatra ist ausgezeichnet durch prachtvolle Wälder, Java durch seinen ungemein fruchtbaren Boden („Java" heißt die Gerste), Celebes durch die nährenden Sagopalmen, die Mollukken sind berühmt durch die Gewürznägel und Muskaten. Aus dem Thierreich aber hat Sumatra den Elephanten und Tapir, Java das Nashorn, also die größesten Landthiere; die Paradiesvögel, endlich gerühmt wegen ihrer Schönheit und Flüchtigkeit, haben auf diesen östlichen Inseln ihre Heimath.

Die Inseln, welche zu Europa gerechnet werden, besitzen das Eigenthümliche, daß sie den Küsten entlang liegen. Sie sind Begleiter oder Trabanten und zwar in unmittelbarer Nähe, nicht in oceanischer Ferne; denn Island ist nicht zu den specifisch-europäischen Inseln zu rechnen. Zum Theil können sie als Fortsetzungen des Landes betrachtet werden; Sicilien z. B. ist nur eine insulare Verlängerung Italiens. Einige sind groß oder von reicher Gestaltung, wie Sicilien, Candia, Euböa, Rügen; oder Doppelinseln, wie Großbritannien und

Irland, Sardinien und Corsica; oder Gruppen, wie die Balearen, die maltesischen Inseln (3), die jonischen (20), die Orkney's (67), die Shetlands-Inseln (einige 90, davon 25 bewohnt), die Faröer (25, davon 17 bewohnt) die noch zahlreicheren Hebriden, die dänischen und die Alands- und die ungezählten griechischen Inseln. Wird Island zugerechnet, so betragen sie in runder Summe 9000 □ M., 1/20 des Erdtheils. Alle sind sie durch ihren Boden dem benachbarten Festlande verwandt, eben so durch ihre Bewohner; aber weil das Leben sich auf ihnen neu und eigenthümlich gestaltet, geben sie einen Zuwachs an Producten und Zuständen. Man denke sich Großbritannien hinweg — Europa wäre bedeutend verarmt; Nord-Europa würde ohne Inseln wie Fünen, Seeland ꝛc. sehr rauh und öde werden. Nimmt man der alten, Geschichte die griechischen Inseln, so ist Asien und Europa ohne belebende Verbindung. Ohne Sicilien endlich hätte Rom den Reichthum seiner Bevölkerungen nicht zu tragen vermogt.

Der neue Westen, Amerika, das sich meridianartig von Norden nach Süden dehnt, ist in seiner Mitte fast gleichmäßig durch ein eindringendes Mittelmeer getheilt und erscheint insofern fast als ein doppelter Continent. Der Zusammenhang zwischen dem Norden und dem Süden, 413,000 und 323,000 □ Meilen, wird durch einen vielgestalteten Isthmus hergestellt, dessen Fläche gegen 9000 □ M. beträgt. Auch in ihrer schmalsten Stelle ist die Landenge noch ziemlich breit, gegen 3 Tagereisen, und auch noch hoch genug, 600 bis 1000 Fuß. Die gebirgige Natur aber gibt ihr das Eigenthümliche, daß sie den Norden und Süden Amerikas eher *scheidet*, als verbindet; denn noch nie ist ein Völkerzug darauf hingeschritten (daß die großen Völker Südamerikas aus dem Norden eingewandert, ist durchaus nicht erwiesen). Schon seit 300 Jahren hat man deshalb sein Streben darauf gerichtet, den Zusammenhang aufzuheben, da eine Wasser- oder Eisenbahn-

Verbindung zwischen Osten und Westen nützlicher ist, als der ungangbare Zusammenhang des Nordens und Südens.

Der nördliche und der südliche Theil Amerikas gleichen sich darin, daß beide im Norden breit sind, nach Süden aber schmal werden. Es sind zwei Dreiecke, von denen das südliche nach Osten geschoben ist. Da aber die Hauptausdehnung dem Meridian folgt, so hat Amerika kein Morgenland und Abendland. Indessen ist auch hier eine Verschiedenheit der Ost- und der Westseite. Die Ostseite geht in breiter Masse bis zu den Cordilleren, während die schmale Westseite schroffer gegen das Meer abfällt. In der alten Welt ist umgekehrt das Abendland günstiger gegen das Meer gestellt. Der Nordosten Amerikas war auf Europa angewiesen und hat von hier seine Geschichte empfangen, weil durch Wind und Meeresströmungen die Verbindung begünstigt ist. Der Süden Amerikas empfing zwar seine Bildung zum Theil auch aus Europa, aus dem romanischen Westen desselben, entwickelte sich aber doch mehr auf eigene Weise.

Nach seiner geringen Küstenentwickelung — nur 3400 Meilen — scheint Südamerika seinem Nachbar Afrika ähnlich zu sein. Die Aehnlichkeit erstreckt sich jedoch eben nur auf die allgemeine Umgrenzung. In der Bildung von Gebirgen und Stufenländern hat es einen überwiegenden Reichthum, der sich denn auch in der Vegetation und Thierwelt, selbst in den Völkerschaften ausspricht, da die letzteren, wenn auch gering an Zahl im Vergleich zum Flächenraume, mannigfaltiger sind. Dadurch hat Südamerika auch größere Anlage zur Cultur, die Stromsysteme und Waldungen können bis auf einen gewissen Punkt gebändigt werden, während in Afrika die Dürre vorwaltet.

Weil Südamerika gleich Afrika ohne Halbinseln und Nachbarinseln ist und auch Australien im Allgemeinen eine wenig entwickelte Küste zeigt, so ist die ganze südliche Halbkugel einförmig. Die Südspitzen strecken sich in immer kühlere

Breiten vor; bei Australien ist das Ende zwar noch sehr warm, bei Afrika noch günstig, bei Südamerika dagegen fast unwirthlich. Die patagonische Plateauwüste ist ein ungünstiges Land, die davorliegenden Feuerlandsinseln haben zum Theil zwar noch große Wälder, aber die Sommer sind fast kalt zu nennen, indem fortwährend Wind und Regen herrschen. Der Sturm macht die Durchschiffung der gegen 80 Meilen langen und 1 — 3 Meilen breiten Magellansstraße gefährlich, der enge und klippige Weg ist darum kaum besucht, die Umschiffung des Cap Horn aber kostet einen Monat mehr. Eine kalte Strömung vom Süden her stimmt das Klima herab und in viel größerer Entfernung vom Pol, als das europäische Nordcap, ist doch die Witterung nicht viel günstiger. Indessen sind die Vorstellungen über die Kälte der südlichen Halbkugel, die zumeist aus den Forster'schen Berichten über Cooks zweite Reise stammten, übertrieben worden; man ist später noch weiter gegen Süden vorgedrungen, als es Cook möglich geworden war, und nicht weit von Gegenden, in denen man keine Pflanzen wahrgenommen hatte, fand man Birkenwälder und in den Wäldern an der Magellansstraße sogar Papageien.

Eine bedeutsame Bereicherung Amerikas, beiden Hälften angehörig, sind die Antillen. Schon ihre Fläche ist ansehnlich, 4—5000 □ M. sind dem Festlande nahe und liegen unter günstigen Breiten. Von beiden Festländern von Süd- und von Nordamerika, sind sie durch Strömungen abgesondert, dagegen führen Winde und Strömungen von der alten Welt aus direct zu ihnen hin. Der Name Westindien obwohl zufällig entstanden, indem Columbus schon hier den Anfang des reichen Indiens vermuthete, blieb den Inseln mit Recht; ihre tropischen Producte gaben ihnen in der That eine große Verwandtschaft mit den fruchtbaren Eilanden der Sunda-Welt. —

Nordamerika hat eine mannigfaltigere Küstenentwickelung. Seine Gliederung erzeugt eine lebendigere Wechselwirkung.

und geht nach allen Seiten; im Norden hat sie sich sogar seit den berühmten Fahrten von Franklin, Roß und Parry theilweise als eine große Inselwelt herausgestellt, die, wie M'Clure bei der Aufsuchung der verloren gegangenen Franklin'schen Expedition entdeckt hat, durch eine vom atlantischen zum großen Ocean führende, freilich meist mit Eis verstopfte Straße ganz vom Festlande abgesondert ist. Auf früheren Karten geht Amerika unbestimmt in den Norden hinauf und Grönland erscheint als eine mächtige Halbinsel. Jetzt weiß man, daß dieser ganze hohe Norden durch verschiedene, gewöhnlich nur in günstigen Sommern gangbare Straßen (Baffinsbay, Smith-Sund, Jones-Sund, Lancaster-Sund, Barrow-Straße, Wellington-Canal, Prinz-Regent-Straße, Prinz von Wales-Straße) in Theile von ungleicher Größe zerlegt wird, die allerdings im Winter zu einer großen Eis- und Schneefläche zusamengefrieren. Südlich von jenen Inseln reichen im Osten die Halbinselbildungen herab: Labrador, Neuschottland, Florida. Der ganze Nordosten des Festlandes ist stark gegliedert durch große Buchten, weite Hafen und Flußmündungen. Er öffnet sich gegen Europa, besitzt also die günstigste Weltstellung, die in Amerika zu finden ist, und dies hat auch seine schnellere Entwickelung und frühere Reife bedingt; die Ursache liegt keineswegs im Klima, denn der nördliche Theil der vereinigten Staaten und Canada sind verhältnißmäßig kalt. Der Westen dagegen ist nur gering gegliedert und lagert sich breit und geschlossen gegen den einsamen großen Ocean. Das amerikanische Tschuktschen-Vorland, die Halbinsel Aljaschka und das langgestreckte Californien — alle drei sind unwirthbar, rauh und als keine wesentliche Bereicherung anzusehen.

Nordamerika hat vor Asien den Vorzug nordischer Mittelmeere, ohne dieselben würde es noch kälter sein. Freilich liegen sie schon sehr weit gegen den Polarkreis hinauf, aber dennoch geben sie Nordamerika eine größere Verwandtschaft mit Europa. Nordamerika und das, freilich nördlicher

gelegene Scandinavien sind sich ähnlich. Normannen waren es auch, die sich durch die Polarwelt nicht schrecken ließen; auf Island im Mittelalter einen Staat von hoher Cultur gründeten, sogar nach Grönland übersiedelten und im Jahre 982 Amerika zum ersten Male entdeckten, das damals den Namen Winland (Weinland) erhielt, nach den dort gefundenen Waldreben. Nordamerika ist selbst in seinen zum Pol gewendeten Gegenden noch einer großen Bereicherung fähig; denn viele Schwierigkeiten der nördlichen Lage lassen sich überwinden, und bereits schwärmen Hunderte von Schiffen in drei nordischen Mittelmeeren. Die im Osten fast verschwundenen Wallfische wurden dort wieder reichlicher gefunden; auch ist das Meer von Seethieren anderer Art belebt, und um die Hudsonsbai sind große Magazine errichtet für das Pelzwerk, das jene Gegenden liefern. Wie weit bei günstigen Verkehrsverhältnissen die Hindernisse des Klimas besiegt werden können, sehen wir an Grönland, wo zwar die normannische Ansiedelung nicht mehr zu finden ist, die Civilisation aber doch bis zum 70. Breitengrade sich vorwärts gewagt hat, und von wo aus die durch Herrnhuter unter den Eskimos gestifteten Christengemeinden mit Europa in Verbindung stehen.

Dies führt uns zur Betrachtung des Nordlandes, wovon das polare Ende Amerikas schon einen Theil bildet. Die scheibenförmig um das nördliche Eismeer gelagerten kalten Küsten machen eine eigene Welt für sich aus; sie bilden den Gegensatz des Mittaglandes Afrika. Obgleich die Theile dieses Nordlandes durch die Behringsstraße und das atlantische Meer getrennt werden, so ist doch augenscheinlich eine Verbindung vorhanden. Die Beringsstraße ist nur 10—12 Meilen breit; im atlantischen Meere stellt Island den Zusammenhang her, und außerdem arbeiten im Norden plutonische Kräfte an einer noch engeren Verbindung. Zwischen den Halbinseln Aljaschka und Kamtschatka zieht sich die zahlreiche Inselreihe der Aleuten hin: eine vulcanische Inselbrücke, die sich

immer enger schließt und die dadurch merkwürdig wird, daß man hier die Natur in ihrer Länderbildung förmlich beobachten kann, wie denn z. B. die neue Insel neben Umnak erst Ende des letzten Jahrhunderts vor Menschenaugen aus der Tiefe emporgetrieben worden ist. Vulcanisch ist auch Island; der Südwesten der Insel ist eine aus den dortigen Vulcanen stammende geronnene Masse, und neben den gewöhnlichen Quellen, die man ihrer Kälte wegen von den Wiesen wegleitet (ein negatives Berieselungssystem) gibt es solche mit siedendem Wasser, eine auf der ganzen Erde ungemein seltene Erscheinung. Die kleine einsame Insel Jan Mayen bietet uns das Schauspiel von Vulcan-Ausbrüchen im Eismeer. Auch die Faröer deuten die vulcanische Verbindung des Nordlandes an, es sind einige 20 vulcanische Blasen voner Höhlen mit Krystallisationen.

Glücklicherweise — zu unserm Gewinn — nimmt die auf solche Art mit Europa verbundene Polarwelt nur wenig an diesem selbst Theil, sondern bildet sich mehr aus den nordischen Theilen Asiens und Amerikas. Ihr Charakter ist ein zusammengehöriger, trotz der verschiedenen Erdtheile. Während der Südpol höchstens von einsamen Inseln umlagert scheint, ist der polare Norden gesellig, und durch diese Annäherung erhalten die sonst wenig begünstigten Landschaften namhafte Vortheile. Der mathematische Polarkreis ist dabei nur die astronomische Beleuchtungsgrenze, nicht die physicalische Grenze der polaren Natur. Durch Bildungen von Meeresarmen, Halbinseln und Inseln gehen manche Erscheinungen der gemäßigten Zone weit über den Polarkreis hinaus, die Kälte zieht sich gewissermaßen zurück, wie denn z. B. das Nordcap in Folge der günstigen Luft- und Meeresströmung von Südwest her noch so warm ist, daß man Rüben in Gärten anbaut. Mit dem Uebergange von den gemäßigten Erdgegenden zur Polarwelt ist's wie mit dem Uebergange vom Morgenlande zum Abendlande; der Zusammenhang ist auch hier ein breiter, so daß mancherlei

Uebergriffe stattfinden. Die Einheit des Nordlandes zeigt sich sowohl in der Natur-, wie in den Völkerverhältnissen. Alte und neue Welt sind sich im Polarlande auffallend gleich: die Baumlosigkeit, die Moosvegetation, die Thierwelt und die Menschen sind leider gemeinsam, und in den Lufterscheinungen, den Pflanzen und Thieren ist überall dieselbe Einförmigkeit. Ebenso sind Eskimos, Samojeden, Finnen und Lapländer sich zwar nicht gleich, aber doch sehr nahestehend.

Das letzte größere Land ist endlich Australien, die oceanische Südwelt, welche den Contrast bildet zur continentalen Südwelt, Afrika. Australien besteht aber aus sehr verschiedenen Theilen, und nur seine Zerstreuung in demselben Ocean hält es zu einem Ganzen zusammen. Fragen wir nach seiner Stellung zu den übrigen Erdtheilen, so ergibt sich, daß die Sundainseln und Neu-Guinea eine Brücke zwischen Asien und dem Australlande bilden, eine Brücke, die man früher als das Werk einer Zerstörung ansah, während jedoch die dort beständig thätige vulcanische Kraft uns glauben läßt, daß jene erst in der Entstehung begriffen sei. Denken wir uns die Brücke geschlossen, so haben wir in Asien und Australien eine ähnliche Bildung wie Nord- und Südamerika.

Das Festland Australien hat fast gar keine Mannigfaltigkeit. Es erscheint beinahe wie ein abgerundetes Viereck; nur zwei Spitzen im Norden und das südöstliche nach Vandiemensland weisende Gebirgsland ragen darüber hinaus. Die letztere Insel ist die einzige gewinnbringende Bereicherung der Küste; sie ist eine Verlängerung wie Sicilien zu Italien, durch Klima und Hafenbildung ausgezeichnet, während bei Südamerika die FeuerlandsInseln und Patagonien durch ihre Kälte und Rauhheit verarmend wirken.

Die Inselwelt Australiens ist gleich den Sternen am Himmel über den Ocean vertheilt, bald in Gürteln wie von Neuseeland nach Neu-Guinea, bald mehr zerstreut. Ihrer Entstehung nach unterscheiden wir solche, die durch Gebirge mit dem Festlande verwandt sind, solche, welche durch vul-

canische Kräfte aus dem Boden getrieben wurden, und solche, die durch Korallenbauten entstanden sind.

Die Armuth Australiens an einheimischen Fruchtpflanzen und nährenden Thieren — keine Haselnuß, keine Schlehe, keine Pflaume, keine Birne, nicht einmal Mandeln, die doch in Asien und Afrika so häufig sind; von Jagdthieren nur das Känguruh — hat die Idee befestigen helfen, daß das Land ein jüngeres Eiland sei. Um dies aber mit Sicherheit aussprechen zu lassen, sind die bis jetzt gewonnenen Erfahrungen nicht hinreichend, da uns das Innere noch unbekannt ist. Die Umsäumung, mit Ausnahme des Südostens, ist wirklich noch Domäne des Oceans, die Dünenreihen werden vom Meerwasser durchdrungen, und hinter ihnen gibt es salzige Sümpfe. Die Ebene ist wie Meeresgrund mit einem Kiesgerölle bedeckt, die Bodenschicht darüber nur dünn; im Osten finden sich erloschene Vulcane oder emporgehobene porphyrische, trachytische oder basaltische Gebilde, also ebenfalls Gegenden, die das Gepräge eines jüngeren Ursprungs an sich tragen. Der armselige Zustand, in welchem man die australischen Eingebornen fand, und die geringe Bildsamkeit derselben im Vergleich zu den Völkerschaften der Inselwelt, ist ferner auch noch kein Beweis, daß der Erdtheil ein jüngerer sei. Das Land hatte keine eigenen Pflanzen zu Acker- und Gartenbau, zu diesem Grade des Culturlebens konnte es also nicht gelangen, und wenn auch Gräser genug vorhanden waren, so fehlten die Heerden, und die Einwohner vermochten nicht einmal die Stufe des Hirtenlebens zu erreichen. Man kam zu keiner größeren Vereinigung, zu keinen Horden, ja kaum zu einer Familie, denn die Ehen sind nicht dauernd und die Kinder zerstreuen sich, sobald sie sich nur irgend selbständig ernähren können. Die Australier haben also aus Ursachen, die im Lande selbst liegen, den Zustand der nordasiatischen Völker oder der amerikanischen Indianer noch nicht erreicht. Es fehlten die natürlichen Antriebe zu höherer

Entwickelung: Ackerbau, geselliges Leben rc.; nur etwa zu einer Känguruh-Jagd vereinigte man sich, und selbst das Jägerleben gab wenig Anreiz zur Ausbildung des Verstandes, der Kraft oder des Muthes, da fehlt der Kampf mit Raubthieren, es gibt keinen Widerstand.

Daß die Eingebornen des Australlandes keine europäische Bildung annehmen wollen, ist auch durchaus nicht eine Folge der mangelnden Entwickelungs-Fähigkeit zu nennen. Das Land hat sich culturfähig gezeigt, indem es die eingeführten Nutzpflanzen und Heerden schnell vermehrte. Der Einfluß der Europäer auf die Eingebornen ist aber leider seither mehr nachtheilig, als vortheilhaft gewesen.

Auch Amerika wird bisweilen für jüngeren Ursprungs gehalten. Buffon meinte, es sei später aus dem Meere gestiegen, als die östliche Welt, und dies die Ursache seiner bedeutenden Feuchtigkeit, seiner Sümpfe und Ströme, seines überwuchernden Pflanzenwuchses und der Kleinheit seiner Thiere. Aber das ist durchaus nicht nachweisbar; die Gebirgsbildungen lassen auf kein auffallend jüngeres Alter des Erdtheils schließen — Amerika ist nur historisch eine „neue Welt.“ —

Wir haben darum so lange bei der Vertheilung von Land und Wasser verweilt, weil die Veränderungen im Luftmeer nur durch Betrachtung der verschiedenen Grundflächen verstanden werden könen. Ueberall ist hier Wirkung und Rückwirkung — ein Verhältniß, dessen genauere Ergründung hauptsächlich das Verdienst unseres Geographen K. Ritter ist, dem ich hier im Wesen gefolgt bin, um dem Leser ein richtiges Verständniß der Wärmevertheilung auf der Erdoberfläche anzubahnen, da die voreiligen Folgerungen, welche man früher über das Verhältniß von Ländern und Völkern aufstellte, auch jetzt noch gangbarer sind, als mau glaubt. Die afrikanische Hitze brennt

die Neger schwarz; die feuchte Waldluft Amerikas gerbt die Haut der amerikanischen Indianer roth — diese und ähnliche Sätze las ich vor wenigen Jahren erst in einem sonst recht verständigen Buche.

Es ist jetzt unsere Aufgabe, den Einfluß des Meeres auf das Klima im Einzelnen zu betrachten.

Sechstes Kapitel.

Die Wärme des Meeres, das See- und das Continental-Klima.

Das Wasser bedarf einer größeren Wärmemenge, als das Land, um auf eine gewisse Temperatur gesteigert zu werden. Es behält seine Wärme aber auch fester an sich und hat dadurch etwas Milderndes und Ausgleichendes.

Eine eigenthümliche Eigenschaft des Wassers kommt noch hinzu. Das Wasser — wir sprechen hier zunächst vom süßen Wasser, wie man es gewöhnlich beobachten kann — hat seine Dichtigkeit nicht im Augenblick des Gefrierens, sondern schon vorher. Wenn es erkaltet, so zieht es sich zusammen; sobald es aber nur noch $3^1/_5$ Grad Wärme besitzt, beginnt es sich wieder auszudehnen, und zwar so lange, bis es bei 0^0 zu Eis wird, in welchem Augenblick dann eine plötzliche und bedeutende Ausdehnung stattfindet, eine Ausdehnung, als ob es $6^2/_5$ Grad Wärme hätte. Daher ist das Eis leichter als das darunter stehende kalte Wasser, und das Feste schwimmt nothwendig auf der Oberfläche des Flüssigen. „Die Wichtigkeit dieser scheinbaren Unregelmäßigkeit des Wassers ist so groß, daß man zweifeln muß, ob die gegenwärtige Ordnung der Dinge ohne dieselbe bestehen könnte, wenn auch sonst Alles in der Welt bliebe, wie es ist.“ Hätte das Wasser seine größte Dichtigkeit im Augenblick des Gefrierens, so würde die Erscheinung des Grundeises, die nur in den Flüssen vorkommt, wo das Wasser sich an den Steinen, Wurzeln 2c. sehr abkühlt, eine ganz allgemeine sein. Aus gleichem Grunde schmölze dann auch die unterste Eisschicht zuletzt. In den nördlichen und sogar in den gemäßigten Himmelsstrichen wäre der Boden aller stehenden

und tiefen Wasser eine Eismasse und für Thiere oder Pflanzen fast ganz unzugänglich. Während des Sommers würden vielleicht einige Fuß des oberen Theils des Eises schmelzen, aber das Wenige, welches so im Sommer schmölze, gefröre wieder im Winter; und da die Eisanhäufungen fortdauerten, so wären die Seen wenigstes auf ihrem Boden schon lange eine Eismasse. In Wirklichkeit ist es jedoch ganz anders. Auch nicht der kleinste Theil von Eis kann sich in einem See oder Teiche bilden, ehe nicht die ganze Wassermasse bis zu der Temperatur von 3¹/₅ Grad abgekühlt ist. Wenn die Oberfläche des Wassers durch die darüber stehende Luft erkältet wird, so sinkt der abgekühlte Theil und treibt dadurch einen Theil des wärmeren Wassers nach oben. Das emporgestiegene warme Wasser wird ebenfalls kalt, und je nach der Tiefe des Wassers dauert dieses Wechseln längere oder kürzere Zeit fort. Endlich ist die ganze Masse auf 3¹/₅ Grad abgekühlt und für jetzt in Ruhe. Die Oberfäche gefriert, allein dadurch wird eine Scheidewand zwischen der Luft und dem Wasser gezogen, und da das Eis ein schlechter Wärmeleiter ist, dringt die Kälte nur schwer nach innen. Bei großer Tiefe kann das Spiel der kalten und warmen Schichten sogar so lange dauern, daß ein Gefrieren gar nicht möglich wird, so geschieht es in nicht sehr kalten Ländern häufig, daß tiefe Seen die kältesten Winter hindurch ungefroren bleiben. Wo eine Eisdecke entstanden ist, nimmt sie nur langsam an Dicke zu. Man kann oft an einem aus einem Flusse oder See genommenen Eisblocke sehen, wie die täglich (oder genauer gesprochen besonders nächtlich) sich ansetzenden Schichten eine, von mehreren Zollen bis zu wenigen Linien in der Dicke allmählich abnehmende Reihe darstellen.

Seichte Gewässer haben im Allgemeinen die mittlere Temperatur der Luft. Auf dem Grunde tiefer Alpenseen aber ist die Temperatur des Wassers das ganze Jahr hindurch beinahe gleich; z. B. im Genfer See, bei 800 Fuß, ist sie etwa 4³/₁₀ Grad. Dieser etwas höhere Wärmegrad, als man ihn für den Winter vermuthen sollte, rührt nur vom Einflusse der Erdwärme her.

Fließende süße Gewässer gefrieren etwas schwerer, als stehende. Das Gefrieren beginnt hier gewöhnlich am Ufer, wo das Wasser am niedrigsten und seine Bewegung am schwächsten ist. Von da breitet sich das Eis allmählich gegen die Mitte der Strömung aus. Die Erscheinung des sogenannten Grundeises hat etwas Auffallendes und ist lange Zeit von den Gelehrten geleugnet worden, bis man sich doch von ihrer Wirklichkeit überzeugte. In den Flüssen und Strömen wird nämlich die starke Bewegung Ursache, daß sich das Wasser fortwährend mischt, bis die ganze Masse auf den Gefrierpunkt gesunken ist. Die Eisbildung beginnt nun zuerst an kalten festen Gegenständen, Felsen, Pfählen, Wurzelwerk; dieses Eis kommt dann herauf, ist aber nicht hart, sondern gallertartig oder schwammig, was sich darthat, als man zum Versuch einen Korb in den kalten Strom versenkte, welcher, nach einiger Zeit heraufzogen, mit schwammigem Eise bedeckt war. Das schwimmende Grundeis kommt endlich zum Stehen, die noch freien Zwischenstellen frieren zu, und so bildet sich die Eisdecke der Flüsse rascher, als wenn sie nur vom Ufer ausginge.

Das Seewasser gefriert wegen seiner Salztheile erst bei einer niedrigeren Temperatur, als das süße Wasser. In seinem natürlichen Zustande wird es ungefähr bei 1½° oder 2° R. unter Null zu Eis; ist es aber durch vorheriges Gefrieren schon concentrirt, d. h. ist das Wasser stellenweis gefroren und nur stark mit Salz erfülltes Wasser übrig geblieben, so sinkt der Gefrierpunkt auf 6°—7° R. unter Null herab, während ganz mit Salz gesättigtes Wasser erst bei einer Temperatur von ungefähr 11½° R. unter Null gefrieren soll. Außer dieser Eigenschaft, den Gefrierpunkt des Seewassers herabzusetzen, vermehren die Salztheile auch seine Schwere und haben Einfluß auf den höchsten Punkt seiner Dichtigkeit. Deshalb und wegen ihrer ungeheuren Tiefe und Ausdehnung widerstehen die Gewässer des Oceans dem Gefrieren noch kräftiger, als sogar fließendes süßes Wasser und sind in der That sehr selten zu Eis

geworden, ausgenommen unter Breiten, wo die heftigste und anhaltendste Kälte herrscht.

Betrachten wir zunächst die Eismeere. Das nördliche Eismeer geht von den Küsten der nördlichen Continente bis in unbekannte Regionen hinein, zum großen Theil zwischen Inseln, und wir wissen noch nicht, ob der Nordpol mit Land oder Meer bedeckt ist. Einen Grad über Spitzbergen hinaus scheint aber alles Eis in der Regel eine feste, unbewegliche mit Schnee bedeckte, natürlich überaus öde Masse zu bilden, also dem festen Lande gleich zu stehen. Lange Zeit glaubte man, im hohen Norden werde wieder freies Meer zu finden sein, allein obgleich einige Straßen dahin führen, ist es doch bis heute bei der Vermuthung geblieben. An den südlichen Grenzen ist die Eismasse beweglich und wandelbar, so wurde z. B. vor nicht allzu langer Zeit die Ostküste von Grönland plötzlich vom Eise frei und für die Schiffe zugänglich.

Die mächtige Eisbildung an der Küste von Sibirien sucht man durch die hier noch sehr starke Ebbe und Fluth zu erklären. Eine öftere Durchbrechung des Eises muß nämlich die Masse desselben ungemein vermehren. Dazu kommt das Gefrieren der sibirischen Ströme und ihr starker Eisgang nach dem Norden. Da die sibirischen Gewässer aus dem Süden kommen, so schmelzen sie an ihrem Ursprunge viel eher, als an ihrer Mündung, überschwemmen also im Frühling das Unterland und treiben mächtige Eisschollen hinaus. Nun schmelzen die letzteren zwar während des Sommers, aber dabei kann sich keine Sonnenwärme entwickeln, weil die meiste Wärme durch das Schmelzen des Eises verzehrt wird. So entsteht jene Eiskeller-Temperatur, von welcher die Seefahrer dieser Gegenden erzählen. Die Straße zwischen Nowaja Semlja ist an der Ostküste gewöhnlich durch Eismassen gesperrt.

Eine zweite bereits erwähnte Heimath des Polareises ist das große Inselland im Norden von Amerika, jene Region, die in unseren Tagen durch die untergegangene Expedition John Franklins und die vielen Fahrten zur Aufsuchung der

Verlorenen eine traurige Berühmtheit erhalten hat. Zwischen den mit Eis und Schnee bedeckten Inseln ziehen sich enge Canäle hin, in die sich meist große Eisstücke einkeilen. Nur im hohen Sommer entstehen freie Straßen. Die traurigste aller Inseln aber ist wohl Melville. Hier bleibt die mittlere Temperatur 14° R. unter Null und das Quecksilber mehrere Monate gefroren; der Juli hat nur 2° R. über Null und ist eben warm genug, um die Oberfläche während des Tages ein wenig aufzuthauen.

Der südlichste Vorsprung des Polarlandes ist Grönland. Es gehört zu den Wunderlichkeiten, die in der Namengebung oft vorkommen, daß zwei so kühle Länder, wie Grönland und Feuerland so einladende oder warme Namen führen; jenes, weil die normannischen Ansiedler an der Südostspitze Grasflächen fanden, dieses, weil man bei der ersten Durchsegelung Feuer auf den Ufern sah. Ein Naturbeobachter, H. Rink, der sich viele Jahre in Grönland aufhielt, beschreibt die Bildung der von hier ausgehenden Eisberge wie folgt. An der Küste gibt es viele aus halbgethautem und wieder gefrorenem Schnee, sogenanntem Firn, bestehende Gletscher. Da diese Gletscher unten schmelzen und von oben nachrücken, so sind sie immer in einer langsamen Bewegung und schieben endlich in's Wasser. Der in die See ragende Vorsprung wird aber durch das Wasser gehoben, bricht ab und wird dann fortgeführt. So wären also die Eisberge, oder doch viele derselben, Süßwassereis (was zu der Erfahrung stimmt, daß man ihr Wasser trinken kann), das sich am Lande bildet.

Aus diesen Eisländern treiben im Frühjahr und Sommer große Eisfelder nach dem Süden herab, und wenn man in dieser Jahreszeit nach dem hohen Norden hinaufgeht, ist die Temperaturabnahme sehr schnell, während in der gemäßigten Zone während des Winters die Wärme unter dem Einfluß des warmen Golfstromes von Holland bis zum Nordcap eine ziemlich gleichmäßige bleibt. Wenn große Eisfelder sich den Küsten von Island nähern, so zerstören sie die Ernte

und vertreiben durch ihre Kälte die Fische. Die Eismassen, denen man bei Spitzbergen und Grönland begegnet, sind in der Regel 20 bis 25 Fuß dick. Sie bilden ungeheure Ebenen, deren Grenzen man oft von den höchsten Masten der Schiffe nicht übersehen kann; ja man ist auf Eisfelder gestoßen, welche einen Raum von 300 bis 400 Quadratmeilen einnahmen. Die Oberfläche der Eisfelder ist oft vollkommen eben, oft aber auch uneben und schollig. Manchmal erblickt man Erhebungen gleich Säulen, von einer Höhe von 20 bis 30 Fuß; sie bieten einen sehr malerischen Anblick dar, indem sie bald die schönste bläulichgrüne Farbe zeigen, bald mit einer dicken Schneeschicht überzogen sind. Durch den Wellenschlag, vielleicht auch durch andere Ursachen, zerbersten diese Eisfelder oft plötzlich und theilen sich in große Stücke. So ward im Jahr 1777 ein Schiff durch Eisschollen eingeschlossen und während 108 Tagen von ihnen 1300 Seemeilen entführt. Treffen solche Stücke auf andere oder gerathen sie in einen Wirbel, so stoßen sie mit furchtbarem Krachen an einander. Ein Schiff, welches das Unglück hat, zwischen solche Massen zu gerathen, kann der ungeheuern Kraft nicht widerstehen, es wird förmlich zerquetscht und das spurlose Verschwinden einiger großen Dampfschiffe mag vielleicht in einem ähnlichen Zusammentreffen seinen Grund haben. Oft fallen Eisstücke, welche durch die Wogen gehoben werden, über andere Eisblöcke her, und so entstehen wahre Eisberge, welche nicht selten 30 bis 45 Fuß über den Wasserspiegel emporragen und 120 bis 180 Fuß in die Tiefe gehen. Zuweilen schwimmen dieselben gegen den Golfstrom, ein Beweis, daß sie durch die kalten, in der Tiefe nach Süden fließenden Gewässer geführt werden. Da die Eisberge nicht selten Felsblöcke mitbringen, die beim Schmelzen des Eises an Stellen, wo ein warmer Strom auf den kalten trifft, niederfallen, so tragen sie auch zur Landbildung bei, und vielleicht ist die Neufundlandbank auf diese Weise entstanden. Die Granitblöcke, welche auf der norddeutschen Ebene zerstreut liegen (aus einem solchen Fels ist z. B. die

bekannte große Steinschale vor dem Museum in Berlin gearbeitet), und die mit dem Granit von Schweden von gleicher Beschaffenheit sind, haben zu der Annahme geführt, es seien in der Vorzeit Eisberge von Skandinavien herab nach Süden geschwommen und hätten diese „Findlingsblöcke" mitgebracht.

Das südliche Eismeer hat gegen Norden keine Land-, sondern nur Wassergrenzen. Wir haben bereits erwähnt, daß es noch zweifelhaft ist, ob die jüngst in demselben entdeckten Küsten (Grahams-Land, Victoria-Land mit dem 12,000 Fuß hohen Vulkane Erebus) einzelnen Inseln oder einem größeren Continente angehören. Die Eismassen treiben hier weiter über die Grenzen des Eismeeres hinaus, als im nördlichen; das Vordringen in die südlichen Polargegenden ist deshalb schwieriger.

In der Temperatur des freien Oceans muß man zwischen vier sehr verschiedenen Erscheinungen unterscheiden:

1) die Temperatur des Wassers an seiner Oberfläche, nach Verschiedenheit der Breitengrade, wenn man sich den Ocean in Ruhe und frei von Sandbänken und Strömungen denkt;

2) die Abnahme der Wärme in den über einander liegenden Wasserschichten;

3) die Einwirkung der Sandbänke oder Untiefen auf die Wärme der Wasser an der Oberfläche;

4) die Temperatur der Strömungen, welche mit größerer oder geringerer Geschwindigkeit die Wasser einer Zone durch die unbeweglichen Wasser einer andern hindurch führen.

Die Gegend der wärmsten Wasser fällt nicht ganz mit dem Aequator zusammen; sie liegt etwas nach der nördlichen Halbkugel. Im Allgemeinen ist die mittlere Temperatur des Meeres an der Oberfläche von der mittleren Lufttemperatur nur wenig verschieden, in höheren Breiten jedoch übertrifft sie dieselbe bedeutend. Folgendes sind etwa die Hauptzahlen, welche die obere Meereswärme aussprechen. Unter dem Aequator:

im großen Ocean 22 $^{3}/_{4}{}^{0}$ R.,
im indischen Ocean 21 $^{3}/_{4}{}^{0}$,
im atlantischen Ocean 21 ^{0}.

Berechnet man aus der allmählichen Abnahme der Meereswärme nach den Polen hin die mittlere Wärme des Nordpols, so steht sie auf 4 $^{2}/_{3}$, die des Südpols aber auf 9 ^{0} unter Null. Man sieht hieraus, da die erstere in Wirklichkeit gewiß viel niedriger ist, welchen mildernden Einfluß das Meer auf die Kälte des Landes ausübt, wo es dasselbe berührt.

Daß die Temperatur auch der wärmsten Meere im Allgemeinen (nicht überall) nach der Tiefe zu abnimmt, ist durch lange Erfahrung bekannt. Die Mannschaft der nach Süden steuernden Schiffe pflegt darum ihr Getränk zu kühlen, indem sie damit gefüllte Flaschen in das Meer versenkt, welche nach einiger Zeit bedeutend kälter heraufgezogen werden, als sie an Bord des Schiffes waren. Auch die Taucher sagen, daß das Meer immer kälter werde, je tiefer sie sich hinablassen, und sorgfältige Untersuchungen haben diese Angaben bestätigt. Ursachen dieser Erscheinung sind die Meeresströmungen, mit denen wir uns daher etwas näher beschäftigen müssen.

Man kennt natürlich nur die oberen Strömungen des Meeres genau; die unteren werden oft nur gemuthmaßt; umgekehrt wie beim Winde, wo uns vorzugsweise die unteren Strömungen bekannt sind. Das warme Wasser der Tropengegenden fließt oben nach den Polen hin ab; das kalte und schwere Wasser der Polargegenden schreitet dagegen nach dem Aequator hin vor und bewegt sich in der Tiefe. Nach diesem Gesetz könnte es eigentlich aber nur zwei große Wasserbewegungen geben, welche jedoch nirgends in dieser Einfachheit bemerkt werden. Die Küsten des Festlandes und die Inseln ändern die Hauptrichtungen, die Umdrehung der Erde ist Ursache, daß sie auf ihrer Reise nach Osten oder Westen ab-

weichen, je nachdem sie von den Polen oder vom Aequator kommen; die Passatwinde treiben sie nach einer Seite hin; durch ihre eigene Bewegung endlich gerathen sie in Wirbel oder drängen sich seitwärts. Wenn der warme und der kalte Wasserstrom sich begegnen, so wird der warme durch den kalten als den schwereren seitwärts gestoßen und zuletzt in seine ursprüngliche Bahn zurückgetrieben, so daß er eine kreisförmige Bahn beschreiben muß, die dann auch in den großen Meeren deutlich zu bemerken ist. Wo aber der warme Strom durch den kalten aufgehalten und zugleich unterwühlt wird, muß er breiter und langsamer werden.

Die von den nördlichen Polargegenden kommende oder die sogenannte arctische Strömung führt, wie wir bereits gesehen, ungeheure Eisberge von seltsamen Gestalten mit sich, welche entweder ganz schmelzen, sobald sie der warmen Strömung begegnen oder von dieser wieder zurückgetrieben werden. Nun hätte sie zwei Auswege, durch die Behringsstraße und aus dem offenen Eismeer in den offenen atlantischen Ocean. Durch die Behringsstraße fließt jedoch kein kaltes Wasser ab, wahrscheinlich weil sich unter dem Wasser eine Felsenwand von Amerika hinüber nach Sibirien zieht. Das in der Tiefe fließende kalte Wasser wird durch eine solche Bank am Abflusse gehindert, das leichtere warme Wasser des großen Oceans bildet dagegen eine obere Strömung in das Eismeer. Alles kalte Wasser der nördlichen Polargegend muß daher den Weg von Spitzbergen und Grönland her nehmen; der Andrang des warmen Stromes von Südwesten her hindert es, sogleich um Europa herumzubiegen, um nach Süden vorzudringen. Das Abfließen des Treibeises beginnt im Sommer westlich von Spitzbergen, geht nach Südost zu an der Westküste Islands vorbei, die Ostküste Grönlands entlang, wendet um dessen Südspitze, und dringt eine Strecke bis in die Davisstraße, zieht dann nach Süden die Ostküste des Baffinslandes hinab, verbindet sich mit der aus der Baffinsbai kommenden Strömung und geht die Küste Labradors hinab bis zur Insel

Neufundland, wo es sich verliert, da hier querüber die von Süden kommende warme Strömung fließt. Bei jener Insel ist das Wasser noch $5\frac{1}{2}$° kälter als die Luft und erniedrigt selbst die Temperatur des warmen Stromes um $9\frac{1}{2}$—13°. Da die kalte Strömung unten noch 10 Breitengrade weiter fortsetzt, so gehen die Eisberge theilweise ebenfalls bis zum 40. Grade hin; während ihres ganzen Laufes aber halten sie sich nahe der Küste Amerikas und machen dieselbe verhältnißmäßig kühl.

Dem Zufluß des kalten Südpolarmeeres steht der ganze Ocean der südlichen Erdhälfte offen; warme Strömungen sind hier seltener und machen also wenig Hinderniß. Der Abfluß des Treibeises beginnt tief südlich von Neuholland oder Neuseeland und richtet sich, von den herrschenden Südwestwinden getrieben, gegen die Südspitze Amerikas. In der Gegend der Insel Chiloë, die südlich von Chili liegt, wendet sich der bisher schräg gegen Amerika hineilende kalte Strom gegen Osten, in gerader Linie auf das Festland zufließend, theilt sich aber in eine südlich und eine nördlich fließende Strömung. Jene zieht die Westküste Amerikas hinab, wendet um das Cap Horn und verliert sich im atlantischen Ocean; diese dagegen eilt mit außerordentlicher Geschwindigkeit die Küsten Chilis und Perus entlang, wendet sich dann plötzlich unterm Aequator bei den Galopagos nach Westen und gehört nun zu dem 50 Grad breiten Aequatorialstrom, in welchem sie mit großer Schnelligkeit, täglich 13 bis 15 Meilen, nach Asien und Afrika zufließt. Nach Dupetit Thouars ist diese Strömung 6000 Fuß tief. Sie ist namentlich an den Küsten bedeutend kälter als die Luft, und der stille Ocean; denn während sie nur 12 Grad Wärme besitzt, ist das Meer bis $22\frac{1}{2}$° und die Luft in Lima $17\frac{1}{2}$° erwärmt. Selbst unterm Aequator ist sie nur 16° warm und steigt erst weiterhin auf $22\frac{1}{2}$°. Bei Chiloë hat sie nur $10\frac{1}{2}$° Wärme, in einer Tiefe von 3000 Fuß 4° und von 6000 Fuß gar nur gegen 2°. — Als Resultat sehen wir, daß

die Polarströmungen die Nordost- und Südwestküste Amerikas bedeutend abkühlen.

Der große Aequatorialstrom des großen Oceans beginnt an der Westküste Amerikas und durchzieht in der schon angegebenen Breite bis zu der Inselkette, welche Asien und Neuholland verbindet. Jene Inseln, die Küste Asiens und die regelmäßig hier abwechselnden Winde bringen ihn aus der Richtung und verursachen, namentlich an den asiatischen Inseln, die gefährlichen wilden Strömungen und Brandungen. Sein nördlicher Theil berührt Formosa und die Küsten von China, wendet sich dann nach Nordost, umfluthet Japan, wird darauf von den herrschenden Westwinden nach Amerika getrieben, wo seine Wasser an Californien und Mexico hinab nach Süden rollen, um wieder in den großen Aequatorialstrom einzumünden. — Ein anderer Theil des Hauptstroms wird an den Küsten Indiens und Süd-Chinas von den dort herrschenden Monsuns ergriffen; daher treibt der von April bis October aus Südwest wehende Wind die Strömung in nördlicher Richtung die Küsten entlang, der von October bis April aus Nordost streichende Wind dagegen dieselbe in südlicher Richtung. Ebenso abwechselnd ist die Strömung im bengalischen Meerbusen. An der Westküste Vorderindiens bemerkt man im Winter keine Strömung, der regnerische Sommer hinwieder verursacht durch reichliches Fluß- und Bergwasser eine südliche Küstenströmung. — Der Theil der Aequatorialströmung im großen Ocean, welcher außerhalb jener periodischen Windstriche liegt, setzt seinen Weg ruhig bis Madagascar fort, indem er südlich von Neuholland her eine breite Polarströmung und in der Nähe von Afrika eine vom Norden der Ostküste fließende Strömung aufnimmt. Diese gewaltige Wassermenge wird plötzlich in den Canal von Mozambik eingeengt und dadurch so reißend, daß der Strom unter starkem Rauschen 1—1½ Meile in der Stunde zurücklegt. Er zieht nun die Küste entlang, nimmt südlich von Madagascar noch einen andern Arm der Hauptströmung auf, geht

um das Nadelcap und theilt sich hier, da ein Theil seines Wassers in die von Südamerika kommende südatlantische Rückströmung einmündet. Die Temperatur des indischen Stromes ist 3—5 Grad höher, als die des Meeres.

Der Aequatorialstrom im atlantischen Ocean nimmt die vom Cap der guten Hoffnung kommende Strömung auf, wendet sich im Süden Guineas von der Küste nach Westen ab und fließt endlich in einer bis 20 Grad zunehmenden Breite quer durch den Ocean. Südlich von der Insel St. Thomas durchläuft er in 24 Stunden 10 Seemeilen ($7\frac{1}{2}$ Meilen) und besitzt eine Wärme von $18\frac{1}{2}$ °, während in seiner Tiefe das Wasser nur nahe 2° Wärme hat. Mitten in seinem Laufe sendet er einen Arm nach Norden, der stets an Breite zunimmt und sich etwa unter dem 20. Grad nördlicher Breite im Meere verliert. An der Ostspitze Südamerikas, am Cap Roque, stößt er an's Festland und theilt sich in zwei Arme, von denen der eine die Ostküste hinabzieht bis an die Mündung des La Plata, wo er sich nach Südosten wendet und die Grenze des Treibeises wird. Der andere Arm verfolgt die Küste Südamerikas nach Nordwesten, dringt in das caraibische Meer, und verursacht hier überall, an Felsenküsten anschlagend, in demselben eine heftige Aufregung, denn er durcheilt in 24 Stunden 17 Meilen (geogr.), die sich an der Mündung des Amazonenstromes bis auf 23 Meilen steigern. Zwar durchwallt er das Antillenmeer langsamer, indeß das Anprallen an die Küste macht seine Bewegung dennoch heftig. Indem er an die Halbinsel Yucatan anschlägt, prallt ein Theil des Stromes hinüber nach Cuba und biegt um dasselbe herum, um sich mit dem Hauptstrom südlich von Florida wieder zu vereinigen. Die Hauptmasse aber durchzieht den mexicanischen Meerbusen, wo sie sehr stark erwärmt wird und sich durch die enge Straße zwischen Florida und Cuba hindurchdrängt. Von hier ab heißt die bewegte warme Wassermasse der Golfstrom. In wilder Brandung stürzt er aus der engen Straße hervor, schäumt durch die Klippen

der Bahamagruppe, zieht die Küste Floridas nach Norden entlang in wachsender Breite und mit einer Geschwindigkeit von 17 bis 20 Meilen täglich. Bald weicht er in nordöstlicher Richtung von der Küste ab, geht unter der Breite Washingtons immer mehr nordöstlich, und wellt später durch die Polarströmung südlich von Neufundland aufgehalten, durch den Ocean nach den Azoren, wo er sich südlich wendet, Afrikas Küste hinabzieht und wieder in den großen Aequatorialstrom einmündet. Auf seiner östlichen Richtung wird er stets breiter, aber auch langsamer und treibt bei den vorherrschenden Südwestwinden seine warmen Fluthen oft bis über Norwegen hinaus nach Nowaja Semlja. So lange der Golfstrom an Amerikas Küsten hinfließt, hat er eine hohe Wärme; in 40° — 41° nördlicher Breite fand Humboldt die letztere noch gegen 18° R., während außerhalb der Strömung die Wärme des Oceans an seiner Oberfläche kaum 14° betrug. Im Breitenkreise von New-York und Oporto ist demnach die Temperatur des Golfstroms derjenigen gleich, welche das ruhige Meer in der Breite von Portorico und den Inseln des grünen Vorgebirgs besitzt. Da die warme Wassermasse eine Tiefe von 3000 Fuß erreicht, so ist sie im Stande, eine ungeheure Wasserfläche zu bedecken, sobald sie von dem eindringenden Polarstrom in die Höhe getrieben wird. Anfangs ist der Golfstrom nur 35 — 50 Meilen breit; wo er nach Osten wendet aber ist seine Breite bis auf 160 Meilen angewachsen, und im atlantischen Ocean, wo er durch die Winde ꝛc. in eine Art Wanken geräth, breitet er sich gar über 250 Meilen hin aus. Bei Florida durcheilt er wegen seiner schmalen Straße 5 Meilen in einer Stunde, an der Ostküste Amerikas 3 Meilen, fließt also so schnell als der Rhein bei Schaffhausen und die Donau bei Passau; bei den Azoren aber legt er kaum eine Meile in der Stunde zurück. Während die Entfernung von der Havana bis zur Bank von Neufundland binnen 40 Tagen durcheilt wird, braucht der dann weiter und schwankender gewordene Strom vielleicht 10 bis 11 Monate um über den

nördlichen Theil des atlantischen Oceans bis zu den canarischen Inseln zu gelangen. Hier oder doch in dieser Gegend scheint der Strom seinen Zirkel zu schließen. Südlich von Portugal schon zeigt sich eine südliche Strömung des Wassers, welche sich dicht an die Küste Afrikas hält und zuletzt mit großer Schnelligkeit die Küste von Guinea entlang gerade von Westen nach Osten fließt. Da die heißen Winde Afrikas seine Wärme steigern, so ist dieser von West nach Ost gehende Strom um einige Grade wärmer, als der dicht neben ihm fließende Strom, in welchen er zuletzt übergeht, indem er sich wieder zurückwendet.

Die Bewegung des Golfstromes wurde schon von Franz Drake bemerkt, seine Wärme gelangte aber erst 1776 durch die Beobachtungen von Franklin und Blagden zur allgemeinen Kenntniß. Sein Einfluß auf das Klima und den Handel der Küstenländer ist so groß, daß wir gern noch etwas länger bei ihm verweilen; hat er doch schon eine große Rolle in der Geschichte gespielt, ehe man nur sein Dasein wußte! Durch ihn erhielt Columbus sichere Anzeigen von dem Vorhandensein westlich gelegener Länder. Zwei Leichname, deren Züge einen unbekannten Menschenstamm verriethen wurden bekanntlich gegen Ende des 15. Jahrhunderts an die Küste der Azoren geworfen. Fast um die nämliche Zeit sammelte der Schwager von Columbus, Peter Correa, Gouverneur von Porto-Santo, auf einem Strich dieser Insel Stücke von einem Bambus von ungeheurer Größe, welche die Strömungen und die Westwinde dahin gebracht hatten. Beides, diese Leichname und diese Bambus erregten die Aufmerksamkeit des genuesischen Schifffahrers; er errieth, daß die einen und die andern von einem nach Westen gelegenen Continent herkamen, wenn schon wir heut zu Tage wissen, daß dies nur auf einem Umwege geschehen kann, weil die Passatwinde und die Aequatorialströme im Allgemeinen nach Westen, nicht nach Osten gehen. Die Producte der neuen Welt können in die alte nur in sehr hohen Breiten und in der Richtung der Strömung von Florida gelangen. Die canarischen Inseln sind dabei so gelegen, daß sie ebensowohl leicht Gegenstände nach Amerika entsenden, als von dort erhalten

können. So wurde im Jahr 1770 ein kleines Schiff, das mit Getraide beladen und bestimmt war, von der Insel Lancerote nach Sainte-Croix auf Teneriffa zu fahren, gerade in dem Augenblicke auf die hohe See getrieben, als kein einziger Mensch an Bord war. Die Strömung der Fluthen von Osten nach Westen trieb es nach Amerika, wo es von den Küsten von Guayra, nahe bei Caracas, scheiterte. Umgekehrt werden oft die Früchte mehrerer Bäume der Antillen an die Küsten der Inseln Ferro und Gomera geworfen. Vor der Entdeckung von Amerika glaubten daher die Bewohner der canarischen Inseln, diese Früchte kämen von der bezauberten Insel St. Borondon, welche nach den Träumereien einiger Schifffahrer und nach einigen Legenden gegen Westen liegen sollte, in einem unbekannten Theil des Oceans, der in ewigem Nebel begraben wäre. Kommen Bäume oder Früchte dieser Art südlicher, so machen sie die Reise wahrscheinlich zurück und gelangen wieder in ihr Geburtsland. Nach einer Schätzung von Humboldt beträgt der ganze Kreislauf ungefähr 3000 Meilen; ein Schiff, das nicht durch den Wind bewegt würde, könne demnach durch die Strömung in 2 Jahren 10 Monaten wieder nach den canarischen Inseln zurückkommen.

Indessen gelangt nicht alles Wasser des Golfstroms regelmäßig wieder in seine alte Bahn. Es geht vielmehr unter 45° bis 50° nördliche Breite eine warme Strömung nach den Küsten von Europa hin ab, und diese Strömung wird sehr stark, wenn lange Zeit Westwinde geweht haben. Alljährlich wirft sie an den westlichen Küsten von Island und Norwegen die Früchte von Bäumen aus, welche der heißen Zone von Amerika (Jamaica, Cuba und dem benachbarten festen Lande) eigen sind, und bringt viele wohlerhaltene Fässer französischer Weine dahin, welche von den Ladungen der in dem Meer der Antillen verunglückten Schiffe herrühren. Andere Thatsachen setzen uns noch mehr in Verwunderung. Die Trümmer der The Tilburg, die nahe bei der Insel Jamaica in Brand gerieht, wurden an den Küsten von Schottland

gefunden. Ebenso sieht man in denselben Gegenden von Zeit zu Zeit mehrere Arten von Schildkröten ankommen, welche das Meer der Antillen bewohnen. An der Küste von Afrika in der Nähe des Aequators scheiterte im Jahre 1823 ein Schiff mit Palmöl; im folgenden Jahre trieben die Ueberreste des erstern bei Hammerfest an der norwegischen Küste an! Wenn die Westwinde lange anhalten, so entsteht in hohen Breiten eine Strömung, die gerade gegen Ost-Südost, von den Küsten von Grönland und Labrador bis in den Norden von Schottland fließt. Zweimal, in den Jahren 1682 und 1684, kamen „wilde Amerikaner", von dem Stamme der Eskimos, die während eines Sturmes mit ihren von Häuten verfertigten Kähnen auf die hohe See getrieben wurden und sich der Gewalt der Strömungen überlassen mußten, auf den arcadischen Inseln an. „Dieses Beispiel aber verdient um so mehr Aufmerksamkeit, weil es zugleich zeigt, wie zu einer Zeit, wo die Schifffahrtskunde noch in ihrer Kindheit war, die Bewegung der Fluthen des Oceans dazu beitragen konnte, die verschiedenen Menschenrassen auf der Oberfläche des Erdbodens zu verbreiten."

Der Golfstrom ist eine der wichtigsten Ursachen der Klimabegünstigung des ganzen, namentlich aber des nördlichen Europa. Das feste Eis des Nordens wird durch die warmen Gewässer jenes eine weite Strecke hin geschmolzen und erhält einen tiefen Busen. Darum ist das nördliche Europa durch ein eisfreies Meer von dem Gürtel des Polarkreises getrennt, darum kann man selbst mitten im Winter vom Nordcap bis zur Südspitze von Spitzbergen fahren. Wo nicht das warme Wasser selbst hindringt, dahin gelangen wenigstens die über dasselbe gehende und seine Wärme annehmenden West- und Südwestwinde. Der Golfstrom ist auch die Ursache, daß der Haupthandel Amerikas sich nach dem Nordosten der vereinigten Staaten verlegte; daß Irland die Smaragdinsel wurde, die manche weit südlicher liegenden Ländern durch ihr Wiesengrün im Winter übertrifft, auf der selbst die Myrthe

im Freien wächst, wenn auch nicht Blüthen treibt, daß die nördlichen Fjorde Norwegens wärmer sind, als die südlichen, und daß die Linie, welche den wärmeren Theil von Nowaja Semlja von dem kälteren scheidet, nicht von Westen nach Osten, sondern gerade von Süden nach Norden geht. Asien und Amerika sind weit weniger durch das atlantische Meer, begünstigt, weil es auf der nördlichen Halbkugel seinen begünstigenden Einfluß nach Osten wendet, also die Westküsten erwärmt. Zu Asiens Nordküsten reicht es nicht hin, überall ziehen sich diese in die Wintergrenze des Polarkreises hinein, die Sommergrenze ist nur an einigen Punkten und nur auf kurze Zeit entfernt. Die Ostküste von Nordamerika jenseits Neufundland wird durch die kalte Strömung ungünstig gemacht, deren Eisberge, wenn sie schmelzen, viel Wärme verzehren. Sabine fand unter 56° und 70° Breite im atlantischen Ocean die Oberfläche des Meeres $4\frac{1}{2}$° wärmer, als die benachbarten Ostküsten. New-York, jenseits des Golfstroms, hat einen auffallend kälteren Winter als Neapel, mit dem es unter gleicher Breite liegt. Canada besitzt an Orten, die südlicher liegen als Paris, die Temperatur von Drontheim, und dieselben Bäume, welche in Rom Anfang Januar blühen, blühen in Boston erst Anfang Mai. Wir sehen schon hieraus, daß die Meeresnähe nicht unter allen Umständen von gleicher Wirkung ist; es kommt erst darauf an, wie ein Land zum Meere liegt, und was für Meerestheile oder Strömungen es sind, welche einwirken. Fast überall aber ist Verwirrung entstanden, wenn man die Natur anderer Länder nur nach europäischen Verhältnissen beurtheilte. Es sind eben nicht alle Vulcane, wie der Vesuv oder Aetna, nicht alle Gebirge, wie die Alpen, und nicht überall ist der Frühling wie in Italien oder der Winter, wie in Moskau. Außer den allgemeinen Verhältnissen gibt es überall noch besondere, die man nicht übersehen darf, wenn man nicht in die größesten Irrthümer fallen will.

Die Strömungen der kleineren Meere oder Meerbusen, wie z. B. Rennells Strömung im biscaischen Meere, sind

entweder unbedeutend oder ihren Ursachen nach noch nicht bekannt. So fließt aus dem persischen Golf die Strömung vom September bis Mai heraus, vom Mai bis September fließt sie dagegen hinein. Die Ostsee hat einen fortwährenden starken Abfluß in die Nordsee durch den Sund und die beiden Belte, weil ihre Wasserfläche vielleicht nicht so viel verdunstet, als ihre Zuflüsse zuführen; auch ist ihr von allen Meeren der geringste Salzgehalt eigenthümlich. Das Mittelmeer macht in beiden Stücken den Gegensatz; es hat namentlich eine ungemein starke Verdunstung, denn wenn es auch nicht unter den Tropen liegt, so ist es doch zum großen Theil von trockenen Ländern begrenzt, selbst von heißen, und darum wird die Luft über ihm schwerer gesättigt, als über großen freien Meeren. Man bemerkt einen steten Zufluß aus dem schwarzen Meere durch die Dardanellen und aus dem atlantischen Ocean durch die Straße von Gibraltar. Da durch letztere Straße ein ziemlich hohes Felsenriff setzt, zu dessen beiden Seiten das Meer sehr tief ist, da ferner das Mittelmeer in seiner Tiefe wie an seiner Oberfläche eine höhere Temperatur, als der atlantische Ocean zeigt, und dabei einen größeren Salzgehalt besitzt, als dieser, so ist eine Unterströmung aus dem Mittelmeer in das atlantische unwahrscheinlich.

Den Einfluß des Meeres auf das Klima, der bei Europa ein sehr günstiger ist, erkennen wir am besten, wenn wir darauf achten, wie die Unterschiede zwischen den Temperaturen des Sommers und des Winters desto größer werden, je weiter wir uns von den Küsten der Meere entfernen. In den Tropen ist der Unterschied auch in den Binnenländern nicht beträchtlich; er wächst mit der Entfernung von den Wendekreisen nach den Polen hin. Wir wählen deshalb zur Vergleichung Orte aus ziemlich gleichen Breiten und wo die Höhe über dem Meere das Klima nicht zu sehr verändert.

Die britischen Inseln und nördlich davon,

verglichen mit den Nordwestküsten und dem Innern Europas.

Ort.	Nördliche Breite.	Mittlere Wintertemperatur.	Mittlere Sommertemperatur.	Unterschied.	Mittlere Jahreswärme.
Thorshavn a. d. Faröer	62° 2′	$3\frac{1}{4}$	$9\frac{3}{4}$	$6\frac{1}{2}$	6
Stromneß a. d. Orkneys	58° 57′	$3\frac{1}{5}$	10	$6\frac{4}{5}$	$6\frac{2}{5}$
Dublin	53° 23′	$3\frac{1}{2}$	$12\frac{1}{4}$	$9\frac{1}{2}$	8
London	51° 31′	$2\frac{1}{2}$	$12\frac{2}{5}$	$9\frac{9}{10}$	$7\frac{1}{4}$
Amsterdam	52° 22′	$1\frac{3}{5}$	$14\frac{2}{5}$	$12\frac{4}{5}$	$7\frac{3}{5}$
Hamburg	53° 33′	$\frac{1}{4}$	$13\frac{3}{5}$	13	7
Paris	48° 50′	$2\frac{3}{4}$	$14\frac{1}{2}$	12	$8\frac{3}{5}$
Berlin	52° 31′	$-\frac{2}{5}$	$14\frac{1}{2}$	15	$7\frac{1}{5}$
Wien	48° 13′	0	16	16	8—
Moskau	55° 46′	$-7\frac{1}{4}$	$14\frac{3}{4}$	22	$3\frac{3}{5}$
Kasan	55° 47′	$-11\frac{3}{5}$	$12\frac{2}{5}$	24	$1\frac{3}{4}$
Jakutzk	52° 16′	$-14\frac{4}{5}$	$12\frac{4}{5}$	$27\frac{3}{5}$	$-\frac{1}{2}$

Diese Tafel wird uns noch deutlicher werden, wenn wir auf Pflanzenwachsthum und andere Verhältnisse Rücksicht nehmen.

Die Faröer starren als nackte Felsenmassen schroff aus dem Meere empor. Die Berge sind mit einer schwachen und vergänglichen Erdschicht bedeckt, aber sie werden von engen, gegen das Meer geöffneten Thalschluchten durchschnitten, die zwischen dem nackten Gestein in unvergleichlich frischem Grün prangen. Das Klima der Inseln ist durchaus milde; die niedrigste Temperatur im Februar hält sich noch 2° R. über dem Gefrierpunkt, und die höchste Sonnenwärme vom Juni bis August steigt nicht über $10\frac{1}{2}$°. Die Seeluft ist feucht und nebelreich, der Himmel fast beständig bewölkt; dies verhindert die Ausstrahlung der Wärme im Winter, aber auch die Erwärmung des Bodens im Sommer. Die Baumvegetation wird unterdrückt, nur die den Norden zierende Eberesche kann noch an solchen Stellen in die Höhe gebracht werden, wo sie vor dem Seewinde geschützt ist. In früheren Zeiten muß es jedoch hier auch Birken gegeben haben, wie

auf Island; man findet noch Ueberreste derselben im Torf. Der Grasteppich der Berge gedeiht ebenfalls nur an den geschützteren Stellen; gegen die Gipfel hin sind die meisten mit Flechten und Moosen bekleidet, von denen aber die letzteren die üppige Größe von 1 Fuß erreichen. Unter den Blüthen-Pflanzen finden sich Strauchweiden und Alpensträucher, Heidelbeeren und verschiedene Alpenkräuter. Fischfang und Schafzucht bilden den Haupterwerb der Bewohner; es wird uns aber nicht Wunder nehmen, daß in einem Ländchen, wo die Schafe im Freien überwintern können, doch kaum etwas sechszeilige Gerste gedeiht, da der schwache Sommer sie nicht immer zu reifen vermag. Selbst Stachel- und Johannisbeeren gelangen nicht zur Reife: Kartoffeln und Rüben dagegen gerathen gut. Die Shetlandsinseln stimmen in ihrem Klima mit den Faröern überein.

Auch Großbritanien und Irland haben ein Inselklima, was jedoch vorzugsweise nur von den westlichen Küsten gilt; auf den Gebirgen treten überall andere Verhältnisse hinzu. Die Südwestwinde, welche im Winter in England mit so großer Heftigkeit wehen, führen die warme, feuchte Luft des atlantischen Meeres herbei. Werden dann die Dämpfe niedergeschlagen, so wird nicht blos die gebundene Wärme frei, sondern durch die oft lange dauernde Nebeldecke wird auch die Erkaltung des Bodens vermindert. Auf der Westseite werden natürlich die Winter noch milder sein, als an der Ostküste, wie in London; hier haben die Winde schon einen Theil ihres Dampfgehaltes verloren: Die Westseite, wie überhaupt ganz England und Irland, sind durch reichlichen Regen ausgezeichnet, der Unterschied zwischen Sommer und Winter steigt nicht viel über 7 oder 9°, und im flachen Lande sinkt die mittlere Wintertemperatur an keinem Orte unter 0°. Berühmt ist England und Irland durch seinen herrlichen Graswuchs; es vereinigen sich aber auch alle Bedingungen, die seinem Gedeihen förderlich sind: milde Winter, mäßige Sommer und große Feuchtigkeit. Die Ra-

senflächen der englischen Parks und die prächtigen Wiesen übertreffen alles Aehnliche in ganz Europa. Auch Farrnkräuter und Moose sind häufig, und die letzteren überwuchern nicht nur den Boden und die Baumstämme, sondern auch Mauern und alte Gebäude. Die Westküste von Irland ist, wie die Westküste Frankreichs, durch viele Pflanzen ausgezeichnet, die in Portugal und Spanien einheimisch sind; es ist, als hätte hier eine große Pflanzenwanderung stattgefunden. Die milden Winter lassen das zu; dafür kommt jedoch im Sommer keine Pflaume zur Reife. Günstiger sind darin das mittlere und südliche England gestellt; hier ist der Winter auch mild, aber der Sommer schon wärmer. Myrthe und Lorbeer, Magnolien, Fuchsien, Pelargonien, ja selbst Camellien dauern im Freien aus. Mehrere südliche Früchte gedeihen in den südlichen Theilen der Ebene: Die Pomeranze wird an der Südküste an Wänden gezogen und gelangt zur Reife; Feigen, Aprikosen, Maulbeeren, Wallnuß und Lambertsnuß bringen Früchte, und die Kastanie wird selbst noch bei Edinburgh reif. Der Wein jedoch gelangt nur in besonders günstigen Jahren zur Reife, da heitere Sommer- und Herbstmonate in England zu den seltenen Erscheinungen gehören. Im Großen wird der Weinstock daher nirgend angebaut, und auch alles übrige Obst ist sehr mittelmäßig.

Betreten wir den Continent, so haben wir an den Nordküsten von Holland und Frankreich noch nahe dieselbe Wintermilde, wie im südlichen England (wenn man hierbei die besonders warmen Winter von Cornwallis ausschließt). Dagegen beträgt die mittlere Wärme des Sommers schon etwa $14\frac{1}{2}°$; es zeigt sich bereits die Einwirkung der Ostwinde des Festlandes, die zwar für sich selbst kühl sind, aber in der Regel heiteren Himmel verursachen und die Einwirkung der Sonne gestatten. An der Nordküste von Deutschland sinkt die mittlere Temperatur des Winters immer noch nicht unter den Gefrierpunkt, kommt demselben aber schon sehr nahe; im Innern des Landes liegt sie darunter. Dafür

sind die Sommer in Wien schon auf 16° gestiegen. Von nun an wird der Unterschied zwischen Sommer und Winter immer größer und größer. Während in England das Thermometer nur an einzelnen sehr kalten Tagen höchstens bis 8° unter den Gefrierpunkt sinkt, ist im Innern von Rußland und Sibirien unter gleicher Breite bereits der ganze Winter von einer solchen Kälte; in Kasan geschieht es nicht selten, daß das Quecksilber gefriert, weiterhin bildet es oft wochenlang einen festen Körper. Der heitere Himmel aber, der im Winter die Ausstrahlung vermehrt, begünstigt im Sommer auch die Einstrahlung, und daher ist die letztere Jahreszeit wärmer, als in England. Solche nach beiden Seiten hin ausschreitende Klimate kann man mit Buffon übermäßige (excessive) nennen. Sie üben einen großen Einfluß auf die Bewohner aus. „In den vereinigten Staaten von Nordamerika" wo der Unterschied auch sehr groß ist, obgleich die Sommer keine ungewöhnliche Höhe erreichen, „empfinden die Europäer, und man könnte fast sagen, die Eingebornen des Landes selbst, eine große Schwierigkeit, sich an den Witterungszustand zu gewöhnen." Nach sehr strengen Wintern wird die Reizbarkeit des Nervensystems durch die Wärme des Sommers bedeutend erhöht. Die Fremden erliegen überall dem gelben Fieber leichter, als die bereits seit langer Zeit einem so wechselreichen Klima Unterworfenen.

Wollen wir den Unterschied von See- und Continental-Klima im Allgemeinen feststellen, so ist es folgender: Länder an der Küste, besonders die Inseln in größeren Meeren, haben wegen der großen Gleichmäßigkeit der Meereswärme (Tageswärme und Nachtkälte nur um $1/2$°, Winter und Sommer nur um 5° verschieden und auch dies nur in nicht ganz niedrigen Breiten) milde Winter und kühle Sommer; Binnenländer jedoch sind durch trockene Winde, langdauernde Eisdecken im Winter und heiße Sommer ausgezeichnet. In Asien sind vom Ural bis Kamtschatka hin die Winter entsetzlich kalt, die kurzen Sommer aber auffallend warm; es

herrscht hier ein wahres Binnenklima. In Amerika ist dies schon nicht der Fall. Es würde nach seiner großen Ausdehnung allerdings ein Binnenklima haben müssen; allein im Norden greifen die großen Süßwasserseen verändernd ein. Wenn sie im Winter gefrieren, geben sie dem Lande den Charakter eines Continents, machen es also kalt. Im Sommer wirken sie abkühlend und befördern und erhöhen dadurch den Einfluß der nordischen Meere. Deshalb hat Nordamerika einen „kalten Frühling" und gemäßigte Sommer; es hat im Winter Landklima, im Sommer Seeklima: nur ein schmaler Streifen im Innern hat einen heißen Sommer.

Ein eigentliches Seeklima haben in Europa nur die Westküsten von Irland und Norwegen; in Schottland sind die Sommer zu kalt, als daß dies mit hierhin gerechnet werden könnte. Westeuropa besitzt im Allgemeinen während des Winters Seeklima, im Sommer Landklima, also eine ungemeine Begünstigung, die selbst am Nordcap noch nicht aufhört. Die Lofodden an der Westküste von Norwegen sind im Januar 20 Grad wärmer, als es nach Rechnung der Breitengrade der Fall sein sollte; Jakutzk in Sibirien dagegen ist um 18 Grad kälter, als ihm zukäme — was einen Unterschied von 38 Grad ergibt. Die Linie zwischen dem zu warmen und dem zu kalten Klima ist an der Grenze Asiens zu suchen, denn selbst Moskau ist noch wärmer, als es nach dem blosen Sonnenklima der Fall sein würde. Europa ist also selbst noch in solchen Gegenden begünstigt, die wir bereits für rauh und unwirthlich halten. Dies die Ursache, warum in Europa ein schöner Pflanzenwuchs und eine dichte Bevölkerung am weitesten nach Norden hinaufgehen.

Das Seeklima, das für Europa oder doch für einen Theil desselben und wenigstens für den Winter eine so große Rolle spielt; macht sich auch im Kleinen geltend. Danzig hat etwas mildere Winter und etwas kühlere Sommer, als es ohne die Nähe der Ostsee der Fall sein würde. Berühmt aber ist Nizza in Oberitalien wegen seines sommergleichen Februars und Märzes. Selbst in dem strengen Winter von 1855, welcher sich

für ganz Europa so verspätete, war die Feier des Osterfestes in Nizza reich an den schönsten Blumen; in Berlin war damals nur im Conzertsaal des Schauspielhauses von Blumengärtnern eine Ausstellung veranstaltet, im Freien aber noch nichts zu sehen. Der Reisende, der im Vorfrühling über die Alpen nach Genua und Nizza hinabkommt, tritt aus dem nordischen Winter in einen Blumengarten. Wir deuten hierdurch schon an, daß die Eintheilung von See- und Continental-Klima keine erschöpfende ist; wir haben noch die Wirkung der tieferen oder höheren Lage über der Meeresfläche in's Auge zu fassen, ehe wir ein volles Verständniß der über die Erde gezogenen Wärmelinien erlangen.

Siebentes Kapitel.

Klima der Tiefländer, Hochländer und Gebirge. Gletscher und Schneegrenze.

Das Klima eines Landes wird nicht blos durch seine Entfernung vom Aequator, seine Nachbarschaft mit warmen oder kalten Meerestheilen, sondern auch durch seine Höhe über der Meeresfläche bedingt. München liegt gleich Berlin in einer Ebene; aber es befindet sich 1590 Fuß, Berlin dagegen nur 100 Fuß über dem Meere; darum hat das nördlicher gelegene Berlin ein etwas wärmeres Klima, als jene süddeutsche Stadt. Süddeutschland, „das Land, wo man den Wein aus Biergläsern trinkt", würde noch wärmer sein, als es wirklich ist, wenn es nicht immer höher und höher würde. Dagegen würden die Nordenden von Amerika, Europa und Asien völlig unwirthbar sein, wenn es Hoch- oder Gebirgsländer wären.

Wir wundern uns gewöhnlich nicht, daß die Luft auf den Bergen kälter ist, als in den Thälern; dennoch ist die Erscheinung nicht so einfach, daß sie sich wie von selbst verstände. Wäre die Erde mit einer Lufthülle umgeben von überall gleicher Dichtigkeit mit derjenigen, welche sie an der Oberfläche des Meeres hat, so würde die Luft in der Höhe von etwa einer Meile oder etwas mehr scharf abgeschnitten sein. Außerhalb dieser Grenze befände sich ein leerer Raum von großer Kälte. Die oberste Luftschicht würde diese Kälte annehmen, doch die niedrige Temperatur nicht weit nach

unten eindringen, weil Wasser, Luft und andere Flüssigkeiten sehr schlechte Wärmeleiter sind und ihre Wärme mehr durch Strahlung und Strömung ausgleichen. Es würde bei einer solchen Dufthülle auf den höchsten Bergen Asiens und Amerikas nicht bedeutend kälter sein, als in den benachbarten Thälern. Zwar wäre die obere Fläche etwas größer, als die untere, die durch Strahlung der Erde empfangene Wärme also oben etwas kleiner, als unten; doch könnte dieser Unterschied nicht viel betragen.

Die Atmosphäre gleicht einem Zimmer, das von unten geheizt wird. Wäre die Lufthülle oben scharf begrenzt und von einer festen Decke geschlossen, so würden die Wärmeerscheinungen auch mit denen eines Zimmers übereinstimmen. Durch die Erwärmung wird die Luft ausgedehnt und steigt auf, nicht, weil sie, wie man gewöhnlich sagt, durch die Erwärmung leichter wird, sondern weil ihre Spannkraft zunimmt, sie also in einen größern Raum gedrängt wird und nur nach oben entweichen kann. Wir können in jedem Zimmer bemerken, daß die wärmste Luftschicht oben schwebt. Wenn die Fenster abthauen, so fängt dies immer (falls nicht die Sonnenstrahlen Ursache sind) an den obersten Scheiben an, und wenn man in einem geheizten Bücherzimmer auf der Leiter zu den oberen Bücherreihen steigt, fühlt man deutlich die immer größer werdende Wärme. Warum ist es aber in der Atmosphäre nicht auch so, wie in dem Zimmer? Warum ist auf Bergen oder überhaupt in der Höhe die Luft gewöhnlich kälter, als die in der tieferen Ebene? Die Ursache liegt nach Laplace und Leslie vorzüglich darin, daß man freie Luft nicht mit derselben Wärmemenge heizen kann, wie abgeschlossene. Sobald die Luft warm wird und ihre Spannkraft sich steigert, dringt sie nach oben; aber im Freien kann sie sich dabei nach Bequemlichkeit ausdehnen, und die Wärme, die vorher in einem kleinen Raume sehr deutlich zu merken war, vertheilt sich jetzt in einem ungleich größeren Raume, sie wird gebunden oder „versteckt sich", wie die Franzosen sagen. Könnte man aus

der Atmosphäre eine senkrechte Luftsäule herausschneiden und auf den Boden legen, so würde die Luftmasse derselben die untere Dichtigkeit annehmen, sich also bedeutend zusammenziehen; denn da der Luftdruck etwa 28 Zoll Quecksilber oder 32 Fuß Wasser trägt und die untere Luft 770mal so leicht ist wie Wasser, so würde die Länge der umgelegten Säule 770×32=24,640 Fuß, also eine deutsche Meile betragen. Die ganze Säule wird die Luftwärme haben, welche eben am Boden herrscht. Plötzlich aufgerichtet bleibt sie aber nicht bei der Länge einer Meile. Nur der allerunterste Theil behält seine Dichtigkeit und damit seine Wärme; die oberen Theile recken sich aus und zwar um so mehr, je höher sie liegen, so daß die Säule 10 Meilen oder noch mehr lang ist. Ihre Wärme nimmt also nach oben ab, und schon in der Höhe von einigen tausend Fuß erscheint sie uns kalt. Mit andern Worten: Wenn wir bei ruhigem Wetter (denn warme oder kalte Winde unten oder in der Höhe ändern die Sache) ein Pfund Luft an der Meeresfläche nehmen und ein anderes Pfund von einem eine Meile oberhalb dieser Fläche befindlichen Orte, so gewahren wir, daß beide Pfunde genau dieselbe Menge von Wärme enthalten; allein die in der Nähe der See genommene Luft ist von bündigem Inhalt und geht in einen vergleichungsweise kleinen Raum; jene aus einem höheren Theile der Atmosphäre aber ist dünn und nimmt einen weit größeren Raum ein. Die Luft ist oben so warm, als unten, allein die Theilchen sind weiter aus einander und dies verursacht die größere Kälte; könnte man die obere Luft in gleichem Maße wie die untere verdichten, so würde sie dieselbe Wärme zeigen. Richtiger ausgedrückt, ist die Kälte in hohen Lagen eher eine Folge des Mangels an Luft, als der Beschaffenheit der Luft selbst. Dies könnte durch einen Versuch bewiesen werden. Füllte man auf dem Montblanc eine Blase mit der oben befindlichen dünnen Luft (wobei aber die Luft durchaus nicht hineingepresst werden dürfte, sondern in ihrem natürlichen Zustande bleiben müßte),

beschwerte dann die Blase mit einem Steine und würfe sie nun in das Chamouny-Thal hinab, so würde sie an einem Sommertage vielleicht aus 3° Kälte in 18° Wärme hinabgelangen. Aber auf diesem ganzen Wege würde die Luft überall die Dichtigkeit und damit auch die Wärme der sie umgebenden Luft annehmen. Die Zusammenziehung der Luft würde die Temperatur derselben von 3° Kälte bis auf 18° Wärme erhöhen.

Die Erwärmung der Luft selbst trägt bei, die Erscheinung hervorzubringen, welche wir besprechen. Die unteren und dichteren Luftschichten verschlucken in demselben Raume eine größere Menge von Sonnenstrahlen und werden dadurch stärker erwärmt, als die oberen und dünneren; sie sind es auch, welche zuerst die vom Boden ausgehenden dunklen Wärmestrahlen, die in der Luft eine große Schwächung erleiden, aufnehmen. Eine ähnliche Wärmestrahlung findet bei allen Lufttheilchen statt, aus denen die Atmosphäre zusammengesetzt ist; jedes sendet Wärme nach oben und unten; aber die nach oben gesandte geht zum Theil in den leeren Himmelsraum verloren, während die nach unten gesandte in dichtere Luft eintritt und zu deren Erwärmung beiträgt.

Nach der Theorie müßte aber die Wärmeabnahme in der Höhe noch viel größer sein, als sie wirklich ist. Daß aber die Kälte sich nicht in so hohem Grade zeigt, rührt zunächst von dem in der Luft enthaltenen Wasserdampf her. Jede Dampfbildung — und diese findet hauptsächlich, fast ausschließlich an der Grundfläche der Atmosphäre statt — verzehrt Wärme; um 1 Pfund Wasser in Dampf zu verwandeln, wird eben so viel Wärme erfordert, als um 5⅓ Pfund Wasser vom Frostpunkt bis zum Kochen zu bringen. Diese Wärme wird oben frei, sobald sich der Dampf wieder in tropfbare Flüssigkeit oder in einen festen Körper verwandelt; und nicht blos jeder Regen, jeder Schnee macht Wärme frei, schon bei der Wolkenbildung muß Wärme entstehen. Ein anderer Grund liegt darin, daß die Wolkendecke die Sonnenwärme aufhält.

Die Wolke ist ein Hemmniß für die Sonnenstrahlen, was wir daran fühlen, daß es in ihrem Schatten kühl wird, — eine Empfindung, die uns im Frühling unangenehm, im Sommer aber sehr wohlthuend ist. Es gibt also noch eine schwache Wärmeentwickelung über den Wolken, die man als eine zarte, ungemein lockere Grundfläche der Atmosphäre oder eines Theils derselben ansehen kann. Daher rührt auch die auffallende Wärme, die oft von Reisenden über dem Spiegel der Gletscher wahrgenommen wird. Ein dritter Grund der geringeren Abnahme, als sie nach der Luftverdünnung an sich sein sollte, liegt darin, daß feste Körper auf großen Höhen und bei schönem Wetter leichter erwärmt werden. Hängt man auf einem Berge ein Thermometer in die Sonne und eines in den Schatten, so ist der Unterschied beider weit größer, als in der Tiefe, eine Folge der größeren Reinheit und Feinheit der der Bergluft bei schönem Wetter, welche die Sonnenstrahlen ungeschwächter ankommen läßt. Geht man im Sonnenschein über den breiten Rücken des Riesengebirges hin, so fühlt man eine ungemein kräftige Wirkung der Sonnenstrahlen. Bei windigem Wetter wird aber diese Wirkung durch die Abkühlung der wechselnden Luftschichten gänzlich aufgehoben, und es macht sich dann die bekannte Bergkälte in hohem Maße geltend.

An den Gebirgen ist die Abnahme der Wärme durch mancherlei Umstände abgeändert und nicht so einfach, wie wir uns dieselbe bei einem senkrecht aufsteigenden Luftballon denken. Die Kälte der Berge ist nach dem Bisherigen die gleichzeitige Wirkung:

1) der größeren oder geringeren senkrechten Entfernung der Luftschichten von der Oberfläche der Ebenen und des Oceans;

2) von der Schwächung des Lichtes, die sich aber mit der geringeren Dichte der aufeinander gelagerten Luftschichten vermindert;

3) Von dem Ausströmen der strahlenden Wärme, welches von trockener und sehr heiterer Luft begünstigt wird.

Diese Kälte indessen wird abgeändert durch die Wärmestrahlung der Hochebenen, durch die verschiedene Abdachung des Erdreichs, durch die Nacktheit des Bodens oder durch die Feuchtigkeit der Waldungen, endlich durch die von den benachbarten Gipfeln herabkommenden Luftströme.

Hier sind es nun drei Fragen, die vor Allem beantwortet werden müssen, wenn wir über die Wärmeabnahme in der Höhe sicher unterrichtet sein wollen:

1) Wie wirkt die Verschiedenheit der Grundfläche auf die Wärmeabnahme ein?

2) Ist die Wärmeabnahme nach Jahres- und Tageszeiten gleich oder verschieden?

3) Ist sie unter allen Himmelsstrichen dieselbe und gibt es für sie ein bestimmtes Maß?

Wenn bei heiterem Wetter und hohem Stande der Sonne der Boden sehr stark erwärmt wird — dies geschieht vorzugsweise bei Sand- und Felsboden — so erhält er eine weit höhere Temperatur als bei trübem Himmel oder bei niedrigem Stande, strahlt also auch weit lebhafter aus. Diese durch Strahlung erzeugte Erhöhung der Temperatur zeigt sich aber zunächst in den unteren Schichten der Luft. Im Sommer und bei heiterem Wetter in den heißen Tagesstunden ist demnach die Wärmeabnahme nach oben eine sehr schnelle. Denken wir uns ein ebenes Land einige Tausend Fuß emporgehoben, so tritt es zwar in dünnere Luft, aber es behält seine Bodenbeschaffenheit, ja wegen der dünneren Luft wird Ein- und Ausstrahlung sogar noch kräftiger, der Gegensatz zu den Höhen also ebenfalls sehr groß sein. In einem Gebirge, wo die Gipfel vereinzelt liegen, und in einem Hochlande, dessen Lage diesen Gipfeln gleichkommt, herrschen also wesentlich verschiedene Verhältnisse. Vom Tieflande zum Hochlande herauf ist die Wärmeabnahme, wenn die Steigung allmählich geht, nur gering; bei steilerer Steigung, wie Berge

sie haben, ist auch die Abnahme bedeutend. Wenn übrigens die Hochebenen, die Humboldt in Süd- und Mittelamerika besucht hat, und die nach ihm besonders durch Boussingault noch weiter erforscht worden sind, bei Tage sich erhitzen, so strahlen sie desto stärker während der Nacht aus; denn gerade auf diesen Ebenen, 8100 Fuß über der Meeresfläche, ist der Himmel am reinsten und beständigsten heiter. In Peru z. B. hat die prachtvolle Hochebene von Caramarca, auf welcher der Weizen das 18fache, die Gerste das 60fache trägt, über 4 Quadratmeilen Ausdehnung; sie ist eben wie der Boden eines Sees und geschützt durch eine kreisförmige Mauer schneefreier Berge. Ihre mittlere Temperatur beträgt 13°; doch erfriert oft der Weizen in der Nacht, und in einer Jahreszeit, wo das Thermometer vor Sonnenaufgang auf 6½° fiel, hat es Humboldt bei Tage im Schatten sich zu 20° erheben sehen. Dies ist für die heiße Zone eine gewaltige Verschiedenheit; wir sehen, daß ihre Hochebenen in dieser Beziehung sich den gemäßigten Erdstrichen nähern. Die auf den Hochebenen gelegenen Städte haben eine um 1—2° höhere Mitteltemperatur, als die auf dem Abhange der Gebirge liegenden. Auch bei den langen Thälern, deren ebener Grund nicht über 1200 bis 1500 Fuß Meereshöhe hat, macht sich die Höhe nicht beträchtlich geltend; „man erstaunt, mitten im Gebirge eine Hitze zu finden, welche der der Ebenen gleichkommt, und um so unerträglicher ist, als die Luft dieser Thäler fast nie vom Winde bewegt wird."

Im Allgemeinen findet man zwischen den Wendekreisen auf dem Rücken der Cordilleren in 1200 Fuß Höhe zwar nicht das Klima, aber die mittlere Temperatur von Calabrien und Sicilien; in der gemäßigten Zone, in Europa unter dem 46. Breitengrade, also in den nördlich am Mittelmeer gelegenen Ländern trifft man in derselben Erhebung die Mitteltemperatur Lapplands. „Indem die Temperatur sich

am Aequator sehr wenig während des ganzen Jahres verändert, so kann man sich einen ziemlich genauen Begriff von den Klimaten der Cordilleren machen, wenn man sie mit der Temperatur gewisser Monate in Frankreich oder Italien vergleicht. In den Ebenen des Orinoco findet man den August-Monat von Rom, in Popayan bei 5466 Fuß den August von Paris, in Quito bei 8952 Fuß den Mai, in den Paramos bei 10,800 Fuß den März von Paris.

Ein lebendiges Bild von den Wärmeverhältnissen der Gebirge gibt uns die Pflanzenbedeckung derselben. Betrachtet man ein größeres Gebirge, z. B. die Anden, den Pic von Teneriffa, den Aetna, die Alpen oder die skandinavischen Gebirge von einem entfernteren Standpunkte, so kann man die einzelnen Vegetationsgürtel deutlich über einander unterscheiden. Am reichsten sind hierin die Berge am Aequator; aus dem Reiche der Palmen und Bananen gelangt man möglicherweise in ein oder zwei Tagen an die Grenze des ewigen Schnees, bei etwa 14,000 Fuß. Auf Teneriffa findet man in geringer Entfernung vom Meere noch Palmen und Drachenbäume; in 1200 Fuß Höhe tritt man in die Region der europäischen Cultur, des Getreidebaues und des Weinstockes, welche bei 2500 Fuß von der Region der Wälder begrenzt wird. Bei 4200 Fuß und schon vorher, beginnt die Region der Pinien; von 5900—10,400 Fuß hingegen sind die nackte Lava und die Bimsteine nur von Pfriemenstauden (Spartium nubigenum) bedeckt, zwischen denen einige Gräser und Veilchen wachsen; in die Schneeregion reicht der Pic von Teneriffa nicht hinauf, obwohl eine Höhle unfern der Spitze beständig von Eis erfüllt ist. Am Aetna hat man von jeher die regione piemontese (die Thalregion) von der boscosa (die Waldregion) und der soverta (die Gipfelregion) unterschieden. An den Alpen bemerkt man deutlich in der Tiefe die Region der Cultur, darüber den Waldgürtel, weiter hinauf die ausgedehnten Weiden und über diesen die Region

des Schnees. Sie reichen in die letztere, weil sie schon in nördlichen Breiten liegen; dafür fehlen ihnen am Fuß die Tropenpflanzen. An den Alpen erreichen Kastanien auf der Südseite noch eine Höhe von 2500 Fuß, dann folgen Buchen bis 4500 Fuß, Nadelhölzer bis 6500 Fuß, endlich kommt die alpinische Region bis zur Schneegrenze. So werden wir viele der auf den nordischen Ebenen heimischen Pflanzen, oder doch Verwandte derselben, auf südlichen Bergen wiederfinden. Die Heidelbeere, welche im nördlichen Deutschland in den Wäldern oder Ebenen wächst, steigt nach Süden allmählich in die Höhe. Schon in Schlesien gehört sie vorzugsweise dem Gebirgswalde; bei Freiburg in Baden wächst sie nur auf höheren Bergen, in der Schweiz in den Wäldern der Voralpen; dann erscheint sie erst wieder an der hohen Alpe di Caporagheno, endlich auf der hohen Majella in den Abruzzen. Theilt man nach Meyen die Erdoberfläche vom Aequator nach den Polen in acht Zonen, so kann man dies ebenso thun von der Meeresfläche am Aequator nach den Bergen hinauf. Während man aber in horizontaler Richtung erst nach einer Reihe von 1000 Meilen in die Eis- und Schneeregionen gelangt, wo aller Pflanzenwuchs aufhört, erreicht man in senkrechter Richtung am Aequator die Schneeregion schon in wenig mehr als 1/2 Meile. Wir können uns den Raum über der Erde, innerhalb dessen Pflanzen zu wachsen vermögen, als eine dünne Schicht vorstellen, die nach den Polen hin immer dünner wird, bis sie schon vor denselben ihr Ende erreicht.

Die Region der:		entspricht	der Breiten Zone:			
Palmen und Bananen,	0— 1900 F.	Aequatorial-Zone,	15°	n.	15°	s. Br.
Farrenbäume und Feigen,	1900— 3800 „	Tropische Zone,	15°	—	23 1/2°	d. Br.
Myrthen und Lorbeeren,	3800— 5700 „	Subtropische Zone,	23 1/2°	—	34°	d. Br.
Immergrünen Laubhölzer,	5700— 7600 „	Wärmere temperirte Z.,	34°	—	45°	d. Br.
Europäischen Laubhölzer,	7600— 9500 „	Kältere temperirte Z.,	45°	—	58°	d. Br.
Nadelhölzer,	9500—11400 „	Subarctische Zone,	58°	—	66 1/2°	d. Br.
Alpenrosen,	11400—13300 „	Arctische Zone,	66 1/2°	—	72°	d. Br.
Alpenkräuter,	13300—15200 „	Polarzo-Zone,	72°	—	90°	d. Br.

Diese Zusammenstellung gilt übrigens nur ganz im Allgemeinen. Ein Gebirge in der wärmeren temperirten Zone, das sich aus einer Tiefebene erhebt, beginnt allerdings mit immergrünen Laubhölzern, ein Gebirge in der arctischen Zone mit Alpenrosen oder ähnlichen Pflanzen, aber die Zonen sowohl, als die Regionen, sind nicht an die mathematischen Linien gebunden. Oft gedeihen Culturpflanzen noch in Höhen, deren allgemeine Temperatur dies nicht glauben ließe. Sie stehen hier wegen der ungeschwächteren Einstrahlung unter kräftiger Einwirkung des Sonnenlichtes. Der Mais, die Obstbäume und der Weinstock kommen noch in manchen Höhen fort, welche uns zu kalt dazu erscheinen; so der Weinstock im südlichen Frankreich bei 2400 Fuß, während doch in der Ebene sich der Weinbau an solchen Stellen unter dem gleichen Meridian kaum 4 Breitengrade weiter nach Norden erstreckt. Die Pflanzen sind keine Thermometer im gewöhnlichen Sinne; sie würden es eher sein, wenn sie alle im Schatten stünden, bekanntlich aber lieben die meisten die Sonne, und deren belebender Einfluß läßt sich mit dem Thermometer allein nicht messen. Das frische Grün und die großen, rein gefärbten Blumen der Alpenpflanzen beweisen uns, daß auch das Licht als solches eine große Wirkung übt.

Im Sommer sinkt das Thermometer mit der Erhebung über den Ebenen weit schneller, als im Winter; dies ist für die Berge günstig, denn sie müßten sonst im Winter eine entsetzliche Kälte erdulden. Daher kommt es auch, daß die Gebirge der gemäßigten Zone gerade das Entgegengesetzte zeigen, wie die der heißen; in den letzteren haben die Hochebenen große Unterschiede zwischen Tag und Nacht, die dort gewissermaßen die Stelle von Sommer und Winter vertreten; in der gemäßigten Zone sind die Winter der Berge weniger kalt, als es im Verhältniß zur Tiefe der Fall sein sollte. In der ebenen Schweiz ist, bei 1200 Fuß, der Unterschied zwischen Sommer und Winter noch 15°, auf dem St. Gotthardt nur 12°, auf dem St. Bern=

hard nur 11°. Saussure glaubte, in einer Höhe von 42000 bis 49000 Fuß müßte der Unterschied der Jahreszeiten demnach ganz verschwinden.

Auch in der Nacht ist in der gemäßigten Zone die Wärmeabnahme mit der Höhe kleiner, als am Tage. Am Brocken muß man um 2 Uhr 350 Fuß steigen, um einen Grad Wärme, (100theilig) weniger zu haben; um 10 Uhr Abends aber 552 und um 6 Uhr Morgens gar 1074 Fuß.

Ein bestimmtes, überall treffendes Maß für die Wärmeabnahme nach oben kann es schon nach dem Vorangegangenen nicht geben. Oft ist die Abnahme ungleich, ja man kommt bei warmen, hochgehenden Winden wohl gar in wärmere Regionen. So herrscht bedeutende Kälte, wie es scheint, zuweilen nur in der Tiefe, indem in der Höhe der Gebirge bereits ein entgegengesetzter Luftstrom weht. Auf dem Riesengebirge und auf dem Brocken waren mehrmals nur 10 Grad Kälte, während das Thal deren 20 und mehr hatte. Dieser Gegensatz ist in Wallis so gewöhnlich, daß die Einwohner mit Sicherheit darauf rechnen, es müsse in der Höhe warm sein, wenn unten große Kälte herrscht. Der warme Wind, den die Schweizer Föhn nennen und der im Frühling dem Schnee ein schnelles Ende bereitet, während die Sonne allein vielleicht noch wochenlang zu arbeiten gehabt hätte, bricht immer oben herein; nothwendig ändert er also die obere Luftkälte.

Als Gay-Lussac sich am 16. September 1805 im Luftballon über Paris erhob, erreichte das unten auf $22^{1}/_{5}{}^{0}$ stehende Thermometer einen immer niedrigeren Stand; zuerst langsamer, dann schneller sinkend, war es endlich in einer Höhe von 21480 Fuß auf $7^{1}/_{5}{}^{0}$ unter den Gefrierpunkt gefallen. Dies gäbe etwa 730 Fuß auf einen Grad. Nach Beobachtungen in Genf und auf dem St. Bernhardshospiz sind 768 Fuß erforderlich zu einem Grad Abnahme. Humboldt gibt für den Aequator 730 Fuß an, Ramond fand an den Pyrenäen 630, Saussure in der Schweiz im Sommer 600, im Winter 710 Fuß. Dagegen fand

Parry auf der Insel Melville bei der starken Kälte von 25° unter Null bei 400 Fuß Höhe noch dieselbe Temperatur als unten. So sehen wir auch in diesen Verhältnissen Wechsel und Leben. Die gewöhnlichen Höhen sind dadurch begünstigt, daß die Wärmeabnahme unten eine langsamere ist, als oben, besonders dann, wenn sie sich nicht steil erheben.

Wir haben ein Land- und Seeklima unterschieden. Betrachten wir nun die Hauptländer der Erde nach ihrem Höhenklima. —

Ueber das Hoch und Niedrig in Bezug auf die Gestaltung der Erdoberfläche herrscht immer noch, obgleich Ritter, Humboldt und Andere seit lange an der Aufklärung geographischer Begriffe gearbeitet haben, ein verwirrender Sprachgebrauch und diese Verwirrung macht sich in den alltäglichen Meinungen über das Klima der Länder fortwährend geltend. Es ist wunderlich, daß ein Theil von Palästina eine wahre Tropennatur hat, und daß das Innere von Spanien die Dattel nicht zu reifen vermag, obwohl sie an den Küsten gedeiht; aber es hört auf, wunderlich zu sein, wenn man weiß, daß das Jordanthal und die Ufer des todten Meeres 6 — 1300 Fuß unter dem Meeresspiegel liegen, während Madrid sich auf einer Hochebene befindet, die beträchtlicher über die Meeresfläche emporsteigt, als z. B. das Thal, in welchem Innsbruck liegt. Man unterschied früher gewöhnlich nur Ebenen und Gebirge und achtete bei jenen nur auf die Größe, bei diesen nur auf die Höhe, ohne sich um Anderes viel zu bekümmern. Für klimatische Verhältnisse ist es aber ein wesentlicher Unterschied, ob eine Ebene zu den Niederungen oder zu den Hochländern gehört; letztere sind wieder bedeutsamer für das Völkerleben, als die vereinzelten Berggipfel der Gebirge. Endlich ist auch die Zwischenform der Stufenländer der Stromsysteme für die Klimate der Länder wichtig.

Die Niederungen sind entweder absolute oder relative. Zu jenen rechnen wir mit Ritter nur diejenigen, welche sich blos um einige hundert (bis 500 Fuß) über die ideale Erdfläche,

d. i. die Meeresfläche erheben. Relative Niederungen können in sehr verschiedenen Höhen liegen. Die wirklichen Niederungen oder Tiefländer liegen im Allgemeinen an der Küste und ziehen sich von da zu den Hochebenen oder Gebirgen hinauf. Das Küstenklima geht also zugleich in ein Binnen- und Höhenklima über. Große Landstrecken, wie der Osten von Europa, wenn sie auch nur unmerklich ansteigen, können doch schon zu Höhen übergehen. Man befindet sich dann schließlich auf einem Plateau, ohne ein Ansteigen beobachtet zu haben, und glaubt sich wirklich noch in der Niederung zu befinden. Viele Niederungen, so die am Ausfluß des Missisippi, sind dem ruhigen Spiegel des Meeres fast gleich und werden bei bewegter See oft überfluthet. Manche Niederungen aber sind trotz ihrer Tiefe nicht durch Meere bedeckt, so die caspisch-aralische Niederung, welche theilweise gegen 70 Fuß unter dem Meeresspiegel liegt. Hat sich hier, wie man aus den ringsstehenden Höhen geschlossen hat, eine große Fläche gesenkt, und hat sich nun dadurch das caspische Meer in ein tieferes, aber kleineres Becken zurückgezogen? Oder hat die trockene warme Luft, die von Afrika her nach Nordost-Asien dringt, das todte und caspische Meer so ausgetrocknet, daß sie nun auffallend niedriger stehen, als das benachbarte Mittel- und das schwarze Meer? Auch Producte der Kunst können solche trockene Einsenknngen sein. Dahin gehören die Marschländer, welche durch Deichbau geschützt werden. Wir finden sie besonders in Holland, Schleswig und Friesland, in der lombardischen Ebene und am Nilstrom. Sie zeichnen sich durch Wärme und Fruchtbarkeit aus. Wenn die Deiche durchbrochen werden, so wird das Land wieder zu Meeresgrund.

Die Niederungen sind selbstverständlich im Allgemeinen bedeutend wärmer als Hochland an ihrer Stelle sein würde. Die nordamerikanischen und sibirischen Niederungen, welche den Pol umgeben, sind eine Begünstigung des polaren Nordens; wenn die dortigen Länder höher lägen, so würden sie ganz unzugänglich sein. So aber liegen große Theile von Sibirien und

Canada niedrig genug, um auf große Strecken mit allerdings auch nicht einladenden Sümpfen („Tundri“ in Sibirien genannt) bedeckt zu sein. Das See- und Sumpfland macht etwa ein Drittel des Ganzen aus. Wie am Pol, so finden wir auch zur Seite des Aequators eine große Niederung oder doch eine große Ebene, die Sahara, welche, da sie nicht von Strömen durchzogen wird, durch die hohe Wärme, die den Sand bis 40 und 48° erhitzt, ihre seit dem Alterthum bekannte Dürre und Unfruchtbarkeit nicht verlieren kann. Indessen darf man sich jene Ebene nicht allzugleichartig denken. Durch die Reisen von Barth, Vogel und Overbeck wissen wir, daß das Innere des nördlich vom Aequator gelegenen Afrika theilweise sich zu Plateaus erhebt und dadurch eine Mäßigung seiner Hitze erfährt. Auch was wir in Südamerika Niederungen nennen, sind es nicht immer in der That. Die Llanos nördlich vom Aequator, die ebenen Waldländer am Orinoco und im Gebiet des Amazonenstromes und die Pampas im Süden, können zum Theil nur im Vergleich zu den benachbarten Cordilleren Niederungen genannt werden, da sie bis 1000 und 1500 Fuß über das Meer ansteigen; im Osten allerdings sind sie meist wahre Niederungen. Vor Allem ist auf ihnen der Charakter des Flachlandes ausgesprochen. Man kommt hier in Gegenden, wo auf dem weiten Grasmeere nicht einmal ein Gegenstand von 5 Zoll Höhe zu entdecken ist; nach allen Seiten eine unübersehbare Ebene! Wo hier der Boden von Pflanzenwuchs entblößt ist, steigt Mittags seine Hitze auf 38° bis 40°; Staubwirbel oder Sandwinde kräuseln sich empor und geben der Atmosphäre das Aussehen eines trockenen Nebels. Aber die südamerikanischen Ebenen haben mit wenigen Ausnahmen eine Zeit reichlichen Regens, und die Flächen, deren Pflanzen zu Staub zerfallen waren, überziehen sich wieder mit dem zartesten Grün, während große Theile der Sahara regenlose Wüsten sind.

Alle Niederungsländer mit Ausnahme der großen afrikanischen und australischen werden von mächtigen Strömen durchzogen; die Länder am Unterlauf der chinesischen Ströme, des

Ganges, des Indus, des Schat el Arab, der Wolga, der sibirischen Ströme, auch des Nil, des Senegal und des Gambia, sind lauter wirkliche Niederungen. Am Mississippi nnd den südamerikanischen Strömen reicht das Niederland ungemein tief in den Continent hinein. Die Stadt St. Louis, obgleich so weit von der Mündung des Mississippi entfernt, liegt nur 420 Fuß hoch. Die vom Mississippi weiterhin nach Westen und Nordwesten beginnenden Prairien sind keinesweges wahre Niederungen, denn sie steigen bis 2000 und 5000 und nach Santa Fé hinauf sogar zu 7000 Fuß. Immer aber sind es flache Länder mit sanftwelliger Oberfläche, und ihr allmähliches Ansteigen wird die Ursache, warum sie häufig für Niederungen und nicht für Hochländer gehalten werden. Amerika ist vorzugsweise das Land der Kettengebirge und der Ebenen. Die letzteren sind so groß, daß sie 4/5 des Ganzen einnehmen. Meist sind sie breit; nur am Lorenzo-Strom ist die Niederung verhältnißmäßig schmal. Durch die reiche Strombewässerung von den nördlichen Gegenden und den Cordilleren her werden die amerikanischen Ebenen vor dem Wüstencharakter bewahrt, den wir in Afrika finden; und wo kein Strom oder Bach, kein Teich oder Sumpf die Ufer durch das ganze Jahr grün erhält, haben diese tropischen Ebenen wenigstens ihre Regenzeit.

Arm an Gewässern sind dagegen die großen Niederungen Australiens. Die ganze Fläche ist gewissermaßen unentwickelt; es ist, als wäre die Strombildung nicht zur Vollendung gekommen, weil ihr die Gebirge und Stufenländer fast ganz fehlen, und weil viele Flüsse sich nach innen wenden. Nur die blauen Berge und die Alpen (so genannt, weil man Schnee darauf sieht) in der Südostecke stellen das Gebirgs- und Hochland dar; alles Uebrige ist wie eine aus dem Meer gehobene, mit einer dünnen Bodenschicht bedeckte Sandbank, immerhin jedoch besser als die Flugsand-Wüsten Afrikas. Die australischen Flüsse sind meist blos Abzugscanäle während der Regenzeit, nachher vertrocknen sie und bilden nur Sümpfe. Sie erzeugen Ueberschwemmungen, aber diese sind nicht fruchtbar, sondern mehr

zerstörend. Sind die Fluthen vorüber, so werden es meist trockene Betten, oder es bleibt hier und da Wasser stehen, es bilden sich Lagunen, die nur durch kleine Rieseln zusammenhängen; daher der Name Korallenflüsse (von der Aehnlichkeit mit einem Korallenhalsbande). Viele nach außen mündende Flüsse endigen in eine weite Bucht; landeinwärts sind sie nach ein paar Tagereisen oft nur kleine Bäche. Die Ufer sind in der Regel zwar gutes Weideland, bringen selbst reiche Weizenernten; aber sie sind nicht schön muldenförmig, wie die der europäischen Flüsse, und deshalb, wie gesagt, in der Regenzeit Ueberschwemmungen ausgesetzt. Der Murray ist der einzige größere aus dem Innern kommende Fluß; er ist weit hinauf schiffbar, weil er auf einem Gebirge entspringt und mehr regelmäßiges Wasser hat. Man bekommt eine richtige Vorstellung über die anderen, wenn man hört, daß der Macquarie, der durch das schöne Weideland von Bathurst geht, sich in eine Lagune verliert, daß der Castlereagh-Fluß sich in verschwindende Bäche theilt, daß man an dem Lachlan keinen einzigen Nebenfluß fand, bis er nach 60 Meilen sich in die Versumpfungen verlor, und daß die Spree oder Havel, die man auf einer Karte von Amerika kaum zeichnen dürfte, weil sie dort verschwindend klein wären, in Australien für sehr wasserreich gelten würden. Die Flüsse, welche der deutsche Reisende Leichardt, im Norden Australiens fand, waren ganz seicht und leicht zu durchwaten, da sie nicht bis über die Knöchel reichten.

Wir verweilen bei den Niederungen Australiens noch einen Augenblick, da sie uns die Wechselwirkung zwischen Boden und Luft auf eine sehr einfache und dabei interessante Weise darstellen. Man kann bei dem australischen Boden, der hauptsächlich aus Geröll besteht, etwa drei Formen unterscheiden: 1. Im Norden des Spencer-Gotfes liegt eine hufeisenförmige Sandebene, eine Sandwüste mit vertrockneten Flußläufen. Sie ist bis jetzt noch nicht durchdrungen worden, denn sie ist trocken wie ein verlassener ausgedörrter Meeresboden, und in der räthselhaften Gegend ist keine Pflanze zu sehen. 2. Fast

überall an den Küsten finden sich hohe und große Sanddünen. An der südlichen Küste sind sie durch die Sandstürme zu 300 bis 400 Fuß hoch angehäuft; sie ziehen sich lang hin und es liegen 5, 6—8 derselben hintereinander. Zwischen den Dünen befinden sich Sümpfe und Moräste, also Landschaften, deren Wasserreichthum keinesweges eine günstige Beschaffenheit hat. Vor den Dünenküsten erheben sich außerdem im Meere noch Korallen-Bänke, Erzeugnisse der Polypen, und machen die Annäherung schwer. Die hervorstehenden Korallenzinken sind aber ein Beweis, daß das Meer sich gesenkt, oder der Boden sich gehoben hat, denn die Korallen wachsen nie im Trockenen. 3. Der größere Theil der australischen Niederungen gleicht dem norddeutschen Marsch- und Geestlande; aber er hat nur wenig Erde, denn sie reicht selten bis ¼ Fuß. Die vorherrschende Landschaftsform bilden daher einförmige Wiesenländer, die auf den höheren Ebenen am schönsten, im tiefen Binnenlande dagegen ärmlicher aussehen. Die bewohnten Gegenden Australiens sind durch den lieblichen Anblick jener Wiesen wahrhaft einladend und dem Auge wohlthuend, und wo größere Feuchtigkeit herrscht, sehr günstig für die Viehzucht. Leider fehlt freilich die schattige Bedeckung der Wälder, die Bäume stehen nur in einzelnen Gruppen und der Boden ist an den meisten Stellen nicht tief genug. Die australischen Gewächse sind meist strauchartig, und wenn nicht dies, dann sehr hochstämmig — ein ähnlicher Gegensatz wie bei den amerikanischen Llanos, wo über der Grasfläche sich oft einzelne Palmen erheben. Bei den Bäumen ragen die Aeste wie bei unsern Pappeln empor, die ganze Gestalt gleicht der Cypressen, eine eigentliche Krone ist selten vorhanden. Die nadelförmigen oder schmalen, senkrecht gestellten Blätter geben keinen Schatten. Unter den Bäumen ist's nicht feucht wie in den europäischen Wäldern und bildet sich kein Humus. Schon im Hause des berliner botanischen Gartens, das für australische Bäume bestimmt ist, kann man sich von dem eigenthümlichen Aussehen derselben überzeugen. Man erblickt meist tannen- oder weidenartige Blätter, die Ca-

suarinen erscheinen sogar wie Bäume mit Haaren, statt mit Laub, der ganze Anblick hat nicht das Ehrwürdige, das im Alterthum die deutschen Wälder zu heiligen Hainen machte. Ebenso mangelt in Australien es am Schmuck der Blüthen. Die australischen Blüthen sind meist lange rothe Pistille, gleich Bürsten, aber es sind keine Blätter daran, denn nur bei größerer Nahrungsfülle erhalten die Blüthen die Verzierung der Krone. Dagegen haben die Bäume aromatisches Laub, das Holz ist sehr hart und von duftendem, öligem Geruch. Ganz auffallend und von wichtigen Folgen für die Urentwickelung ist der Mangel an eßbaren Früchten. Selbst die Zapfenträger, deren europäische Verwandten, wie die Fichte, so reich an Samen sind, haben Früchte mit nicht mehr als 2 oder 3 Samen. Daher die geringe Befruchtungsfähigkeit, der Mangel an Wäldern und die Trockenheit des Bodens; denn es fehlen die Lungen, die aus der Luft Feuchtigkeit einsaugen. Wenn es nicht gerade regnet, so ist die Luft klar; die Feuchtigteit wird nicht so verdichtet, wie es über Wäldern und Bergen geschieht, die Quellen werden nicht regelmäßig gespeist, und so muß es an Flüssen fehlen. In Australien haben die Grasarten das Uebergewicht, aber gerade die edelsten Arten, die Getraidepflanzungen, mußten erst aus Europa eingeführt werden; die reiche Kornähre war nicht dort zu finden. Selbst an den Nordenden, in der Nähe der Sunda-Inseln, die doch so reich an Sagopalmen und andern Nahrungspflanzen sind, gibt es keine einheimischen Fruchtpflanzen; nur einige Einwanderer sind hierher verschlagen. Wie an Nahrungspflanzen, ist Australien auch arm an heimischen Thieren. Alle sind klein, und selbst das das größte, das Känguruh, ist nur Repräsentant der dort herrschenden Nagethiere, die von Wurzeln und Gräsern leben. Die Thiere an den Lagunen und Regenflüssen müssen eben im Feuchten und im Trocknen leben können; dies gibt für manche Seltsamkeiten eine Erklärung. Fische steigen an Bäumen empor, und ein Säugethier hat einen Entenschnabel! Die australische Thierwelt ist überdies lediglich auf Australien

beschränkt; in andern Ländern kommt wenig davon, selbst wenig Aehnliches vor. Wunderbar aber hat sich auch hier die Biegsamkeit der vom Menschen gepflegten Pflanzen und Thiere erwiesen. Der Weizen bringt hier und da reiche Ernten; in den Colonien gibt es jetzt wilde Pfirsichwälder, deren Früchte zur Fütterung für das Vieh benutzt werden, auch die Rebe bringt reichliche Trauben. Rinder, Ziegen und Schafe sind wild geworden in einem Lande, das früher kein Thier dieser Art hatte — ähnlich wie die Pferde, Rinder und Esel auf den amerikanischen Ebenen — die Schafzucht gibt einen außerordentlichen Ertrag und bringt den Hauptgewinn, und dies wird bleiben, wenn nicht etwa die Schäfer nach dem Golde laufen und die Schafe in die Wildniß gehen, wie es schon mit vielen Tausenden der Fall war.

Wir wenden uns zu einem Erdtheil, wo die Niederung zurücktritt, obwohl die Ebenen nicht fehlen. Seit man Asien etwas genauer kennt, hat die Vorstellung über die Ausdehnung seiner Niederungen sich sehr modificirt: es hat weit mehr Hochland, als man sonst geglaubt hat. Der Westen von Nordsibirien ist zwar durchgängig Niederland, nicht aber der Osten, wie sonst angenommen wurde. Der Ural scheidet im Norden des alten Continents zwei Ebenen, die sonst das größte Niederland der Erde (200,000 □ M.) bilden würden. Die bedeutendsten Steppen Asiens sind aber Hochebenenen, ja fast die ganze Mitte des Erdtheils kann als ein Plateau bezeichnet werden. Aber nicht Alles ist Steppe, große Theile vou Arabien, Persien und des „Schamo", d. i. Sandmeer der Chinesen (die Wüste Gobi) sind wirkliche Wüsten, die alles Pflanzenwuchses ermangeln. In Europa hat der östliche Theil des Niederlandes noch den Steppencharakter. Zwischen dem Dniepr, dem Don und der Wolga trifft man die großen und ausgedehnten Viehweiden an, welche durch langen Aufenthalt der Gewässer verebnet scheinen, und von dem der Horizont überall begrenzt wird. Ungarns flache Landschaft, die sogenannten Pußta's, ist ein Meer von grünem Rasen;

die Viehweiden erstrecken sich, von Morastland oder Sandebenen unterbrochen, über den ganzen Gesichtskreis. Mehrere Quadratmeilen sind von Dörfern sowohl, als Meierhöfen entblößt; aber über diesen Ebenen webt dafür die Luftspiegelung ihren Zauber. Die Sommerwärme dieser „Savannen", wie man sie nach amerikanischem Namen nennen könnte, trägt dazu bei, das Klima der benachbarten Hügellandschaften zur Erzeugung des feurigen Tokayer fähig zu machen, die Winter dagegen sind streng. Die Ukraine, Polen, das nordöstliche Schlesien, die Mark, die Ostseegegenden, Nordsachsen, das niedere Westphalen, Holland, das Rheindelta, Belgien und die französischen Küstenstriche bilden einen ununterbrochenen, niedrigen Länderzug, der von Wassern durchflossen wird, die theils von Süden nach Norden, theils von Norden nach Süden oder von Osten nach Westen gehen. Mit wenigen Ausnahmen besitzt diese Ebene guten Fruchtboden; die Mark ist Sandland, in Lüneburg, Westphalen, den Niederlanden und an der Westküste Frankreichs gibt es etwa auch ausgedehnte Haideländer, fast nur mit Haidekraut bewachsen. Blos einen unbedeutenden Theil hat der Mensch diesen Landstrichen abringen und in fruchtbaren Boden verwandeln können.

Noch haben wir jener Sprachverwirrung nicht gedacht, die in Betreff der Unterschiede zwischen Wüsten, Steppen 2c. noch ziemlich allgemein gangbar ist. Da diese Unterschiede aber sehr bedeutend und theilweise geradezu vom Klima bedingt sind, so wollen wir nach Anleitung eines berühmten Pflanzenkenners und Reisenden, Dr. Koch, hier bestimmte Grenzlinien ziehen.

Unter Wüsten versteht man größere und kleinere Landstriche, in denen den Pflanzen gar nicht oder karg die Bedingungen geboten sind, unter welchen sie gedeihen können. Es kommen auf ihnen nur wenige und dann eigenthümliche Pflanzen vor, die für dergleichen Landstriche auch besonders organisirt sind. Alle haben ein sparriges Wachsthum und sind meistens, wenigstens in den unteren Theilen, mehr oder

weniger holzig. Blätter entwickeln sich überhaupt in geringerem Grade, als es sonst bei ähnlichen Pflanzen der Fall ist und haben ein mehr graugrünes Ansehen. Jährige Kräuter gibt es darunter höchst selten, aber auch keine Bäume, höchstens auf Oasen Dattelpalmen oder Akazien. Die Vegetation ist das ganze Jahr hindurch dieselbe, in den heißen Gegenden nur während der Regenzeit (falls es eine solche gibt), in der gemäßigten Zone nur im Frühling oder im Herbst etwas frischer. Die Ursache der Wüste kann in steinigem Boden, in Flugsand oder einem, wenigstens im Uebermaß, den Pflanzen schädlichen Beisatze des Bodens liegen, darnach erhalten wir die Stein- und Geröll-, die Sand und endlich die Salzwüsten. Die Stein- und Sandwüsten der Sahara und von Arabien sind längst bekannt. Die arabische Sprache ist reich an Worten, welche die Begriffe von Wüste, von unbewohnten oder mit Gräsern bedeckten Ebenen ausdrücken. „Sahar" bezeichnet eine Wüste, worin einige Viehweiden vorkommen. Das große afrikanische Sandmeer steht durch den Jemen mit Gedrosien und dem Beludschistan bis zum rechten Ufer des Indus in Verbindung, hat also eine asiatische Verlängerung. Im östlichen Theil ist durch die Kraft der Passatwinde eine minderdichte Sanddecke vorhanden, so daß Quellen auf der Erdoberfläche zu Tage gelangen können; deshalb gibt es hier und da große Viehweiden. Die arabischen Flüsse sind aber „Wadis"; sie werden in der trockenen Jahreszeit zu leeren Flußbetten, höchstens von ein paar Streifen von Pflanzen bezeichnet. Das Wort „Gobi" bedeutet im Mongolischen eine nackte Wüste; dieselbe ist in der Mitte in der That außerordentlich trocken und im Winter sehr kalt. Mit Kies überzogene und mit keinerlei Pflanzen bewachsene Wüsten hat die neue Welt beinahe gar nicht aufzuweisen. Nur im tieferen Theile von Peru, zwischen Amatope und Coquimbo, an den Gestaden der Südsee, zieht sich eine schmale Wüste 4000 Meilen hin. Der Felsengrund liegt überall zwischen dem beweglichen Sand zu Tage; nie fällt

hier ein Regentropfen. Auch Brasilien enthält eine Sandebene, aber sie ist nicht ganz ohne Pflanzenwuchs. Im Südosten von Europa kommt eine Salzwüste vor.

Das Wort Steppe ist russischen Ursprungs und bezeichnet die Vegetationszustände, wie sie auf den Ebenen von Sibirien, am caspischen und schwarzen Meere sich zeigen. Vergleichen wir Steppe, Wiese und Matte, so ist die Steppe etwa dem Hochwalde entsprechend, nur daß dieser aus Pflanzen von holziger, jene aus Pflanzen von krautartiger Natur besteht. Wie in dem Hochwalde, so sind auch in der Steppe größere Pflanzen vorhanden, deren Verästelung nicht vom Grunde, sondern oberhalb des ersten Drittels des Stengels geschieht. Wie ferner im Hochwalde sehr oft kleineres Gesträuch, sogenanntes Unterholz, vorhanden ist, das den Stamm der Bäume umgibt, in der Regel aber an den Rändern am besten gedeiht, so wachsen auch hier kleinere Kräuter von 1 und 2 Fuß Höhe unter den großen, 6, 8, ja selbst 10 und 12 Fuß hohen Pflanzen, die zuweilen den Reiter überragen. „Reisende schildern die Tage lang andauernde Einförmigkeit auf der See, wo man nur den Himmel über sich und das Wasser unter sich hat: allein diese verwandelt sich doch schon bei dem geringsten Winde in eine unebene Fläche. Eine Ebene aber, wie sie im Norden der Krim und sonst im Süden Rußlands gegeben ist, bietet im Herbste, wo alle Vegetation fast verschwunden ist und nur noch die graufilzigen Beifuß- nnd weißen Andorn-Arten, vielleicht hier und da auch Centaureen sich dem Auge zeigen, den traurigsten Anblick dar. Der schöne, blaue Herbsthimmel, der sich über dem Reisenden wölbt, contrastirt mit dem grauschwarzen Boden keinesweges auf eine angenehme Weise. Die verdorrten Stengelüberreste, an denen kein grünes und zum Theil selbst kein vertrocknetes Blatt mehr zu sehen ist, und die Risse des Bodens kann man unmöglich eine Abwechselung nennen. Das Einzige, dem man sich hingeben kann, ist das immer und selbst in dieser trauri-

gen Einöde großartige Bild der Unendlichkeit. Wohin man auch blickt, sieht man rings um sich bis in die weiteste Ferne nirgends einen Anhaltepunkt, auf dem das Auge selbst nur die geringste Zeit ruhen könnte. Zu andern Jahreszeiten ist es jedoch nicht so gänzlich todt auf diesen Ebenen; im Frühlinge herrscht hier sogar ein reges Treiben und Durcheinanderleben. Viele Tausende von Schafen und Rindern durchziehen, von Hirten und Hunden geführt, die bunte Steppe und nähren sich von den noch saftigen Kräutern. Bunte und schwarze Staare folgen namentlich den Schafheerden, um sich gerade von dem Ungeziefer, das die armen Thiere unendlich quält, zu nähren; wiederum werden sie selbst von Habichten und Adlern umschwebt, um diesen zur Nahrung zu dienen. Aber auch außerdem herrscht Leben. Giftige und unschädliche Schlangen erfreuen sich der angenehmen Sonnenwärme; Eidechsen laufen zwischen den Kräutern dahin, um sich von Käfern und andern Insekten zu nähren; bunte Schmetterlinge umschwärmen die in allen Farben sich gefallenden Blumen. Wie aber die letzten Tage des Juni kommen, nähern sich die Tartaren mit ihren Heerden dem Süden und bringen die Zeit von der Hälfte des Juni bis spät in das Jahr, wenn der Regen sich in Schnee verwandelt, auf den Höhen des Krim'schen Gebirges zu, wo eine frischere und gesundere Nahrung zu finden ist. Im Dezember erst verlassen sie gewöhnlich die Gebirgsweiden und ziehen sich in die Steppen zurück, wo unterdeß die Knospen der Kräuter und Gräser, nachdem sie einige Monate geruht, langsam zur Entwickelung kommen und dem Vieh eine kurze Nahrung darbieten."

Diesen Steppen entsprechen einigermaßen in Amerika die Savannen. Doch stehen hier die Kräuter gedrängter und haben eine gleichere Größe; es tritt wenigstens der Unterschied von Hoch- und Unterkraut nicht so deutlich hervor. Die Höhe der einzelnen Pflanzen beträgt bald nur 3 und 4, bald aber auch 6 und 8, ja selbst, wie bei manchen

Steppen, 10 und 12 Fuß. Im ersteren Falle gehen die Savannen in die Wiesen über. Die nordamerikanischen Prärien, wie sie namentlich in Canada vorkommen, möchten zum Theil hierher gehören, zum Theil aber auch ächte Wiesen sein. Die ächten Savannen unterscheiden sich wesentlich noch dadurch von den Steppen, daß auf ihnen Boskets von Sträuchern häufiger sind, und Gräser, namentlich aber Halbgräser, eine größere Rolle spielen. In den Steppen fehlt zwar das Gesträuch nicht gänzlich, aber es bildet nicht leicht Boskets, sondern mehr ein Gestrüpp, was hauptsächlich an den Rändern vorkommt. In den ächten Steppen sind die Gräser immer untergeordnet, und Rispengräser, Schwingel und Trespen sieht man nur als Unterkraut.

Unter Llanos und Pampas versteht man die großen „Ebenen" in Guiana und sonst im tropischen Amerika, sowie die Ebenen am Laplata und südwärts ungefähr bis zum 40. Grade der Breite. Sie besitzen, wie gesagt, nur eine Zeitlang mehr oder weniger frische Vegetation und bilden dann, wenn die Bedingungen fehlen, unter denen einzig Pflanzen gedeihen können, eine Wüste, die um so öder ist, als gar keine oder außerordentlich wenig Pflanzen (einige Palmen, Cactus ꝛc.) mehr vorhanden sind. Selbst die ächten Wüsten geben nicht das Bild eines in der That vollständigen Mangels aller Vegetation, wie es bei den Pampas in der Regel ein halbes Jahr bis neun Monate der Fall ist. Alles Leben scheint erstorben. In dem Boden, der alle Feuchtigkeit verliert, ruhen die Knospen, in Form von Zwiebeln oder Knollen um schnell, wenn der belebende Regen kommt, Blätter, Blüthen und Früchte zu treiben und dann von Neuem einen langen Schlaf anzutreten, einen Sommerschlaf, wie ihn dort auch Crocodile und Wasserschlangen im Boden halten.

Auf den Wiesen haben alle Pflanzen ziemlich die gleiche Höhe von 1 ½—3 Fuß; nur wenige ragen darüber hinaus. Gräser, Doldenpflanzen, Korbblüthler und oft Glockenblumen herr-

schen vor. Die Verästelung geschieht nicht auf eine sparrige Weise und ist überhaupt gering. Die Pflanzen berasen sich zum großen Theil so, daß man den Boden gar nicht sehen kann. Wenn man daher auf einer Wiese etwas fallen läßt, so wird es von den untern sogenannten Wurzelblättern der Pflanzen, besonders der Gräser, getragen. Nicht so ist es selbst in den dichtesten Steppen, wo schon leichtere Gegenstände alsbald den Boden verlieren. Bei weniger dichtem Pflanzenwuchse vermag man sogar die Erde mit den Augen zu unterscheiden. Es ist bekannt, daß die Wiesen in den Ländern am Mittelmeere, z. B. in Griechenland, immer mehr verschwinden, und sich allgemach nach dem Norden hinaufziehen, wo sie aber ebenfalls durch die rastlos weitergreifende Bodencultur mehr und mehr beschnitten und eingeengt werden. In den italienischen Gebirgsthälern gibt es zwar noch kleine Wiesenflecken, allein schon im Frühling brennt sie die Sonnenhitze aus, und sie verkommen in der wasserlosen Dürre. Sehr frische und blumenreiche Wiesen gibt es besonders in England und in den Marschen der Auen Norddeutschlands.

Den Wiesen schließen sich die Matten an. Hier ist der Pflanzenwuchs noch dichter, und die Kräuter erreichen eine geringere Höhe. Schon von der Wurzel aus verästeln sich die meisten vielfach; aber die Aeste sind kurz, zertheilen sich mehrmals und tragen fast sämmtlich Blüthen, so daß weder Steppen, noch Wiesen dieselbe Farbenpracht aufzuweisen im Stande sind. Die beiden letztgenannten Vegetationszustände haben auch eine bestimmte Zeit, und zwar den späten Frühling, wo ihr Blüthenreichthum am größten ist. Das ist aber nicht bei der Matte der Fall, wo die Pflanzen hinsichtlich ihrer Blüthezeit häufiger abwechseln. Matten kommen zwar hauptsächlich in höheren Gebirgen vor, wo sie besonders den Rücken und zwar am liebsten die Nähe der Gletscher einnehmen; sie steigen aber auch, wie es z. B. im Südosten des Kaukasus der Fall ist, bis in die Ebene hinab.

Alle solche Vegetationsflächen, wie die jetzt beschriebenen, sind bedingt durch die gleichmäßige Natur des Bodens und das Vorhandensein geselliger Pflanzen. Die heißen Gegenden sind übrigens bunter gemischt, als die mehr einförmigen gemäßigten und nördlichen. Wir finden in der heißen Zone von geselligen Pflanzen besonders die Mangrove-Waldungen am Meeresufer, das Bambusrohr im östlichen Asien, die Mimosen in Südamerika, die Farrnkräuter auf den Südsee-Inseln, die Chinchonen-Wälder und die Alpenrosen auf den Bergen der Tropen. In der gemäßigten und der kalten Zone finden wir Kiefernwälder, Laubgehölze, Haideflächen, Grasebenen, Ufer mit Schilfrohr, Kalmus, Binsen und Armleuchtern, moorige Gegenden mit Cypergräsern, Torf- und anderen Moosen und trockene Flächen mit der Rennthierflechte.

Wir steigen zu den Hochebenen empor, die nach Ritter in Hochländer zweiter und erster Klasse getheilt werden können; jene bis 4 oder 5000, diese 5000 Fuß und mehr hoch. Während die Niederungen im Allgemeinen das ihnen zukommende Klima besitzen, verhalten sich die Hochländer so, als ob sie ein oder mehrere oder auch eine ganze Zahl von Graden nach dem Pole hin geschoben wären. Betrachten wir zunächst die Hochländer zweiter Klasse, so finden wir in Australien nur eines von 2—3000 Fuß Erhebung, etwa so groß wie Spanien, das aber als eine sehr beträchtliche Begünstigung des sonst einförmigen Erdtheils betrachtet werden muß. In Europa ist zunächst das große castilische Plateau auf der Halbinsel Spanien zu bemerken. Durch ein sogenanntes Scheidegebirge in zwei Flächen getrennt erhebt es sich im Süden zu 2000, im Norden zu 3000 Fuß. Daher erklärt sich das gemäßigte Klima des innern Landes. Während der nördliche Rand unter dem Einfluß einer feuchten Atmosphäre und des vorherrschenden, Regen bringenden Westwindes (el criador, d. i. der Erzeuger, genannt) steht, und in seinem Klima eine auffallende Aehnlichkeit mit Südengland hat; während dagegen die Südküsten eine Hinneigung zur afrikanischen

Natur zeigen, besitzt das mittlere Hochland ein entschiedenes Binnenklima, einen stets heitern, wolkenlosen Himmel, Mangel an Regen, dabei aber auch geringe Quellen, so daß weite Flächen beinahe ganz kahl liegen. Andere europäische Plateaus sind das bairische, von der Donau durchzogen, überhaupt ein großer Theil von Mitteleuropa von der Auvergne bis nach Podolien, und die Waldaihöhe im Osten. Letztere, obwohl sie nur 1000 Fuß beträgt, ist nicht nur merkwürdig durch ihre centrale Stellung, sondern auch einflußreich als Quellgebiet der Wolga und anderer großer Flüsse, die den Osten vor der Trockenheit bewahren. In Afrika gehören einzelne Theile der Sahara, dem Hochlande zweiter Klasse an, und sind dadurch in ihrem Klima gemäßigter. In Nordwestafrika liegt das Plateau des Atlas, etwa so groß, auch so hoch und in seiner Natur überhaupt fast so wie Spanien. Der Süden von Afrika, jedenfalls Hochland, selbst mit Schneebergen besetzt, ist mit Ausnahme des Caplandes und einiger Küsten, noch unerforscht. Die östlichen Abhänge der Cordilleren bilden viele Plateaus zweiter Klasse; sie gehen bis zu den Ebenen des Amazonenstromes und des Laplata hin, doch sind ihre Abstufungen noch nicht genau gemessen. Näher sind dagegen die Plateaus der drei nach Norden und Osten laufenden Verzweigungen durch Humboldt erforscht und mehr, als 20 gemessen, die 1000—5000 Fuß hoch liegen. Man unterscheidet dort Terras calientes, heiße Landschaften in der Tiefe, Terras templadas, temperirte Länder, mild ungeachtet der Nähe des Aequators, Weizen, europäisches Obst und nicht vorzugsweise Kaffee rc. hervorbringend; endlich Terras frias, Gegenden, die höher und kälter liegen. Auch das Südende von Amerika, Patagonien, ist ein Plateau. Es besteht aus weiten Porphyrplatten und nackten Kalksteinflächen, ist kalt und unfruchtbar, nur einzelne Büsche sparriger und brauner Gräser sind über die Fläche zerstreut und wechseln mit dornigem Gesträuch, das besonders in flachen Thalwegen, die aber ohne Wasser sind, sich anhäuft

und von einzelnen Cactusgewächsen begleitet wird. Daß die nordamerikanischen Prairien nicht durchaus Tiefland sind, ist bereits erwähnt worden. Vom Missisippi und von den nördlichen Seen steigen sie nach Santa Fé bis zu 7000 Fuß auf; wo sie höher liegen, sind sie nicht mehr so fruchtbar, wie im Westen, bei Santa Fé endlich ist die Landschaft kalt und rauh. Asien hat ein berühmtes Plateau zweiter Klasse, das von Iran, 4—5000 Fuß, zum Theil noch höher, zum Theil niedriger. Zahlreiche Salzseen sind über die Fläche zerstreut, die große Zareh-See, in einer Einsenkung gelegen, nimmt einen Fluß auf, aber ein Ausfluß jenes ist nicht da. In Versenkungen geringerer Tiefe verdunstet das Wasser, das Erdreich überzieht sich hier mit einer weißen Salzkruste. Nur wenige Oasen neben einzelnen Berggruppen gewinnen durch herabrinnende Gewässer einige Fruchtbarkeit. Nichts gedeiht ohne Bewässerung; kaum schießt ein schwacher Halm hervor, so verwelkt er auch schon wieder. Die Luft ist ungemein trocken, nur der Frühling und Winter haben einigen Regen. Das Küstenland dagegen ist in seinen höher gelegenen Theilen sehr günstig. Die Schönheit der Umgegend von Ispahan und Schiras ist berühmt um des herrlichen Frühlings willen.

Wie Vorderasien, so hat auch Central-Asien große Massenerhebungen. Die hiesigen Hochländer sind meist über 5000 Fuß hoch. Das Plateau der heiligen Quellen des Ganges, Indus und Bramaputra steigt bis 14,000 Fuß die merkwürdige Hauptstadt L'Hassa in Großtibet liegt 9000 Fuß über dem Meere. Das tibetanische Hochland, das höchste der Erde, ist fast die Hälfte des Jahres mit Schnee bedeckt, während in der andern die Wärme stark genug ist, um Getraide zur Reife zu bringen. Die Thierwelt dieses Hochlands wird gegen die Kälte des Klimas durch ein ungewöhnlich dichtes Haar geschützt, namentlich liefert die Wolle des tibetanischen Schafes den Stoff zu den berühmten Geweben, die von Kaschmir in den Handel kommen. Das

Hochland der Mongolei, mit der Wüste Gobi, umfaßt einen Flächenraum von 100,000 □ M., ist aber von sehr verschiedener Erhebung und geht nicht über 8000 Fuß; nach Norden senkt es sich und der Baikalsee ist nur 1232 Fuß hoch, man ist also hier schon nahe auf die Niederung Sibiriens herabgesunken. Der chinesische Name Schamo, d. i. Sandwüste, paßt eigentlich nur auf die Mitte. Der Mangel an Holz, Wasser und Nahrungsmitteln, die während 10 Monaten vorherrschende, im Winter unerträgliche Kälte, die kalten Nordwinde, welche den Winter oft bis zu Ende Juni verlängern und zu gewaltigen Stürmen anwachsen, machen die Gobi für jede bleibende Ansiedelung unfähig, und selbst der Durchzug durch dieselbe wäre unmöglich, wenn man sich nicht des Kameeles bediente und hier und da Heerden, so wie gegrabene Brunnen fände. Hier an den Rändern ist nämlich die Heimath wilder Kameele und wilder Pferde, deren zahlreiche Heerden den Reichthum der Khalka-Mongolen ausmachen. „Wie das einbucklige Kameel oder Dromedar in Westasien und Afrika, so ist das zweibucklige oder Bactrian, das eigentliche Schiff der Wüste, und insofern es Ansiedlungen auf Zwischenstationen überflüssig macht, auch der Erhalter der Wüste, welche es in anhaltenden Märschen von 10—14 Tagen ohne Wasser und Speise, wenigstens mit geringerer Beschwer als jedes andere Thier durchschreitet; wenn es auch nicht selten der Anstrengung und dem Mangel erliegt, wie die zahlreichen an den Wegen zerstreuten Gerippe bekunden." Die ungünstigen Hochebenen Inner-Asiens, die nur von Steppenflüssen durchzogen werden, welche in Steppenseen münden, sind Ursache, daß die Küsten von Asien nur zur See in Verbindung stehen, und daß der Norden und der Süden, der Osten und der Westen sich wie ganz verschiedene Erdtheile verhalten.

Von den Ebenen Hochafrikas reichen einige ebenfalls über 5000 F. hinaus. Von dem Südende und den andern Küsten her steigt das Land zum Theil in Terassen auf. Die mittlere Terrasse

im Süden, Karroo, d. i. hart, wegen des im Sommer hart ausgedürrten Bodens, ist in der warmen Jahreszeit in Folge des Versiegens der unbedeutenden Gewässer eine Einöde mit kleinen, inselartigen Oasen, verwandelt sich aber während der kurzen Regenzeit schnell in ein vortreffliches Weideland. Der Landstrich an den Quellen des Orangeriver, 10,000 Fuß hoch, ist ganz unfruchtbar und öde. Mit schönen Alpenweiden bedeckt ist dagegen das Alpenland von Habesch, dessen Fläche von neueren Reisenden ebenfalls 10,000 Fuß hoch gefunden wurde. Ein ähnliches Alpenland scheint im Westen das Quellenland des Rio grande, des Gambia, des Senegal und des Niger zu sein. Das Innere von Hochafrika, auf unseren Karten meist noch weiß, hat Schneeberge, Süßwasserseen und ein, trotz der Nähe des Aequators, nicht übermäßig heißes Klima.

Ueber Amerikas bedeutende Hochländer sind wir besser unterrichtet. Die wichtigsten sind die von Quito, am Titicaca-See, von Anahuac in Mexico und eines unter 35° n. B. im Gebiete der Vereinigten Staaten. Diese Länder bieten oft wunderbare Mischungen aller drei Zonen dar. Palmen, Mais und Weizen, Gewürze und Obst und andere Erzeugnisse findet man da in der Nähe bei einander. Das Hochland am Titicaca-See, wo ehemals die Residenzen der Inka's lagen, steigt bis 12,000 Fuß, bei Potosi endlich auf 14,000 Fuß, also gleich Tibet.

Die gewissermaßen vom Grundstock der Cordilleren getragenen amerikanischen Hochebenen führen uns zu den Gebirgen über. Sowohl in ihrem ganzen Wesen, wie in ihrem Klima sind aber Hochländer und Gebirge durchaus nicht mit einander zu verwechseln. In den Gebirgsländern überwiegt die Trennung den Zusammenhang, ihr Charakter besteht in der Erhebung vereinzelter Rücken und Kuppen, sie sind also in einem gewissen Sinne das Gegentheil der Plateaubildung, welche mehr Einförmigkeit hat, während dort Alles individualisirt erscheint. In den Gebirgen waltet der Contrast zwischen Berg und Thal, auch zwischen Land und Wasser,

denn die Spalten sind oft mit Seen gefüllt. Aber die Gipfel und Einstürze sind wieder unter sich verschieden, es herrscht ein wahrer Reichthum von Formen. Die Bildungen von Tiefen und Höhen geben dem Gebirgslande eine doppelte Naturfülle, doppelte Functionen in Naturhaushalt und Geschichte; sobald der Mensch in sie eindringt und von ihnen aus mit andern Gegenden in Verbindung tritt, eilt die Entwickelung gewöhnlich derjenigen der Plateauvölker voran.

Früher achtete man nur auf die Gipfelfläche der Gebirge. Wir werden sie auch in's Auge fassen, doch erst am Schluß. Wichtiger ist zunächst die Höhe des Hauptkörpers; im Allgemeinen steht er in der Mitte zwischen dem Thale und den Gipfeln. Müßte man über die Berge selbst hinüber, so wären die höheren Gebirge wahre Bergmauern. Zwischen den Bergen indeß finden sich meist tiefere Einschnitte, die zur Passage dienen. Diese Vertiefungen, welche die sogenannte Paßhöhe geben, sind nicht blos für den Reisenden, sondern auch für Pflanzen und Thiere, besonders aber für die Luftströmungen von Bedeutung. Folgende Zusammenstellung wird daher nicht ohne Interesse sein:

Der Fuß des Himalaya hat bei Delhi 1000 F. Meereshöhe und bei Gipfelhöhen von 25,000 F. und darüber Paßhöhen von 15,000 Fuß.

Der Fuß der Cordilleren steigt auf der einen Seite aus dem Meere heraus, ist also = 0. Die Gipfelfläche beträgt 21,000, die Paßhöhe 10,000 Fuß.

In den Alpen reicht der Montblanc mit seinen Hörnern aus Thälern von 3000 Fuß nicht zur Paßhöhe des Himalaya, sondern nur zu 14,500 Fuß. Die Pässe der Alpen liegen durchschnittlich in einer Höhe von 7200 Fuß.

Die Pyrenäen steigen bei Perpignan aus dem Meere. Sie reichen bis 10,722 F., sinken aber in den Pässen nur bis 8000 F. Ihre Paßhöhe übertrifft also die der Alpen, weshalb sie auch eine Mauer bilden, die nur wenig Verkehr zuläßt.

Die Alpen sind trotz ihrer Höhe verhältnißmäßig leicht zu übersteigen, ihre Pässe sind die zugänglichsten, welche man kennt, was von großem Vortheil für die Entwickelung Europas war, denn dadurch sind die Alpen kulturfähig geworden. Der Kaukasus dagegen ist wild; denn obwohl er keine höheren Gipfel hat, als die Alpen, so fehlt ihm doch jener Reichthum an Uebergängen.

Es ist nicht gleichgültig, ob ein Gebirge mitten im Lande oder nahe am Meere oder auch zwischen zwei Meeren steht. Eben so wichtig ist es, ob die Richtung desselben eine meridiane oder die eines Parallelkreises ist. In jenem Falle werden beide Seiten von der Sonne beschienen, in diesem aber besteht der große Unterschied einer Sonnen- und einer Schattenseite. Lange Meridianketten, wie die Cordilleren, erstrecken sich durch verschiedene Zonen; Ketten dagegen, die in gleichen Breiten dahin gehen — so viele asiatische — ändern die Natur der vor und hinter ihnen liegenden Gegend unmittelbar selbst. Die deutschen Alpen, der Kaukasus und der nördliche Theil des Alleghany-Gebirges liegen diagonal und haben dadurch die größeste klimatische Mannigfaltigkeit. Es ist ferner wichtig, ob eine Bergkette das Randgebirge eines Hochlands sei und also nur nach einer Seite sich bedeutend senkt (wie der Himalaya, der nur nach Indien steil abfällt, nach Tibet blos eine kleinere Senkung macht), oder ob das Gebirge nach beiden Seiten in die Niederung verläuft. Randgebirge senden meistens nur nach einer Seite lange Ströme, die andere ist wasserarm oder hat nur kurze Gewässer. Für die Bereicherung der Landesnatur sind im Allgemeinen die freistehenden Gebirge am günstigsten. Ihre doppelte Absenkung nach zwei Niederungen hin, gibt jeder Seite Wolken, Regen, Ströme und dadurch Gedeihen für die Pflanzenwelt. So ist es besonders bei den europäischen Gebirgssystemen, beim Ural, den Karpathen und vor allem bei den Alpen, die zwischen der lombardischen und der mitteldeutschen Ebene liegen und nach allen Richtungen hin segen-

spendende Gewässer entsenden. Diese Begünstigung gehört zu den Vortheilen, durch welche Europa für die Kleinheit seiner Verhältnisse so reichlich entschädigt wird.

Die Gebirge und Höhen haben eine besondere Bedeutung für die Bewässerung der Länder. „Hier ist des Stromes Mutterhaus." Sie dienen zur Herableitung der aus Regen und Schnee sich bildenden Gewässer, welche den unteren Ländern Fruchtbarkeit verleihen, oder sogar neuen Boden mitbringen. Dabei ist die Richtung der Stufenländer nach den Himmelsgegenden von großem Einfluß auf die gesammte Natur der Landschaft. Nordströme, wie die Ströme Sibiriens, der Rhein, der Nil, der Mackenzie, haben im Allgemeinen warme Gegenden an ihrem Anfange und kalte an ihren Mündungen; Südströme dagegen, wie der Ganges, der Indus, der Euphrat, der Mississippi, bringen kälteres Wasser nach wärmeren Ländern. Beim La Plata in Südamerika ist es natürlich umgekehrt. Weil die höheren Gebirge der heißen Zone und fast alle der gemäßigten Zonen entweder mit Schnee oder mit Wald bedeckt sind, so sind die von ihnen herkommenden Flüsse continuirlich. Flüsse jedoch, die aus wasserarmen Berggegenden oder nur von Höhen kommen, welche während der Regenzeit wohl naß, sonst aber trocken sind, können natürlich nur temporär sein. Solche vertrocknende Flüsse sind in Australien und einem Theile von Afrika sogar vorherrschend.

Wie die Ebenen, so sind auch die höheren Gebirge durch eigenthümliche Erscheinungen im Pflanzenreiche, durch die sogenannte Alpenflora ausgezeichnet. Ich kann hier nicht sämmtliche Gebirge nach ihren über einander geordneten Pflanzengürteln schildern; auch ist dies nicht nöthig, da die zwischen Baumgrenze und Schneegrenze vorkommende Flora überall, in den Alpen, den Pyrenäen, den Karpathen, dem Kaukasus, den Kjölen 2c., viel Aehnliches oder geradezu Uebereinstimmendes bietet. Schon auf den Höhen der Sudeten erhält man einen Begriff vom Pflanzenwuchs der hö-

heren Gebirge. Ueber der Baumgrenze stehend, wenn auch noch 1000 Fuß unter der Schneegrenze, in welche das Riesengebirge überhaupt nicht hineinreicht, sieht man Knieholz, Gebirgs-Anemonen und andere neu erscheinende Pflanzen vor sich. Am Fuß der Alpen findet man noch die immergrünen Bäume und Sträucher von Frankreich und Italien: Orangen, Oliven, Myrthen, Lorbeer, oder die fruchtbaren Getraidefelder, die Weinberge und Wiesen Deutschlands. Aber bei 1700—3000 Fuß Höhe hört der Weinstock auf, die Wallnüsse verschwinden bei 2500 Fuß, Aepfel und Birnen bei 2700—3000 Fuß, Kirschen gehen etwas höher, Getraidefelder im Kanton Glarus sogar bis 4500 Fuß, und an einigen Stellen reift Gerste bei 6000 Fuß. Im Allgemeinen kann jedoch die Culturgrenze auf dem nördlichen Abhange auf 2700 Fuß angenommen werden. Nun beginnt die Waldregion; allein die sonst schlanke Tanne ähnelt bald nur einer Pyramide; ihre Aeste kriechen am Boden fort, bis wir endlich blos noch Sträucher finden. Dabei wird indessen das Holz härter und fester, denn die Jahresringe sind dichter gedrängt. Endlich verschwinden auch die Bäume ganz: in den nördlichen Alpen beträgt diese Grenze für die Buche 4000, für die Tanne 5500 Fuß.

Ueber der Waldregion finden wir zunächst die Sträucher, die man Krummholz nennt; in den Alpen sind es verkrüppelte Weiden, Erlen, Wachholder und Alpenrosen; im Riesengebirge eine eigne Kieferart, die Zwergkiefer oder das Knieholz. Dieser Gürtel des Waldes und der Sträucher ist es nun, welcher zu der eigentlichen Alpenwirthschaft benutzt wird. Zahlreiche Heerden werden im Anfange des Sommers dahin getrieben und steigen mit der Zunahme der Wärme immer höher. Das Krummholz verschwindet bei 7000 Fuß und nur einige zollhohe Weiden steigen noch 1000 Fuß höher. Krautartige Gewächse, besonders Gräser, bedecken den Boden. Nach und nach enden auch diese, es bleiben nur Moose und Flechten, die das Gestein überziehen; bei 8400 Fuß beginnt an den meisten Alpenhöhen die Region des ewigen Schnees.

Ueberblicken wir diese Alpenflora, so sind es hauptsächlich mehrjährige Kräuter und kleine Sträucher, die zwischen der Baumgrenze und der Schneegrenze gedeihen, Gewächse, von denen entweder nur die Wurzel oder zugleich ein kurzer Stengel den Winter über erhalten wird. Da das Wachsthum nach oben so sehr beschränkt ist — die Schneemassen drücken im Winter Aeste und Stämme zu Boden, — so wird dagegen die Entwickelung durch Wurzelschößlinge befördert. Manche Alpenpflanzen erzeugen Büschel von kurzen, aus einer und derselben Wurzel hervorsprießenden Stengeln, die oft mit ihren Blättern und Blumen eine Art kleiner Kissen oder Polster bilden. Starke und lange Wurzeln sind für die Alpenpflanzen eine Nothwendigkeit. In jenen Höhen bildet sich nämlich sehr selten eine stärkere Schicht Dammerde; der Erdboden besteht entweder aus nackten Felsen, in deren Spalten sich Wasser sammelt und Moose den Platz für größere Pflanzen vorbereiten, oder in Bergkies, einem fein aufgelösten Gebröckel, welches von dem niederfließenden Schneewasser durchsickert und fortwährend durch neues von oben herabkommendes Geröll vermehrt wird. Einjährige Gewächse nun würden weder aus dem Boden genug Nahrung bekommen, noch würden sie in dem allzukurzen Sommer ihre Früchte zur Reife bringen können.

An den kurzen Stengeln und Blättern der Alpenpflanzen zeigt sich als auffallende Eigenthümlichkeit der Mangel der Haare und Dornen, und eine Rosenart, die auch auf den Sudeten wächst, macht sogar das Sprichwort: „Keine Rose ohne Dornen" zunichte. Im Allgemeinen wachsen behaarte und mit Dornen und Stacheln versehene Pflanzen auf trockenem Erdboden; der Alpenboden ist feucht und bringt darum glatte Gewächse hervor. Ein englischer Botaniker meinte, die Pflanzen der Wüstengegenden und unfruchtbaren Haidestrecken, Hauhechel, Hagedorn, Wegedorn, Weißdorn u. a., müßten eine Schutzwehr gegen das Abfressen durch das Vieh besitzen, und der zu einem Dorn gewordene Zweig vertheidige

die Pflanze, die nicht durch einen Reichthum von Saamen in ihrer Erhaltung gesichert sei.

Sind die Stengel der Alpenpflanzen kurz und klein, so sind dagegen die Blumen im Verhältniß zur ganzen Pflanze oft sehr groß. Das Gewächs muß alle Kraft anwenden, um seine Entwickelung während des kurzen Sommers vollenden zu können. Es treibt daher seine Blüthe gleich nach dem Schmelzen des Schnees fast unmittelbar aus der Erde hervor, dies läßt die Alpenblumen selbst so groß erscheinen.

Ein wichtiger Charakterzug der Alpenblumen ist endlich auch die Reinheit und Tiefe ihrer Farben, die sie durch die kräftige Einwirkung des Sonnenlichtes erhalten. Das reine Schneeweiß des Hungerblümchens und mehrerer Steinbrecharten, das Himmelblau der Enziane, Alpenglöckchen, Ehrenpreisarten und Feldglocken, das Rosenroth der Primeln, Azalien und Silenen und das reine Gelb des zweiblüthigen Veilchens, des Mohns und des Hahnenfußes zeichnen sich vor den Farben der verwandten Blumen in der Ebene oder an der Küste vortheilhaft aus. Den meisten Reisenden fällt die dunklere Färbung des Vergißmeinnicht auf, und das Zwerg-Vergißmeinnicht, welches an Schönheit alle seine berühmten Anverwandten in der Ebene übertrifft und in Deutschland sonst nur noch an der Schneekoppe vorkommt, ist ungemein satt gefärbt.

Den Reiz, welchen unsere ersten Frühlingspflanzen durch den Contrast mit dem eben verschwundenen oder stellenweise noch liegenden Schnee gewähren, finden wir bei den Alpenblumen in ihrer Frische und ihrer Umgebung durch steile Felsen, weiße Schneefelder und bläuliche Gletscher in noch erhöhtem Maße. So bildet z. B. das violette Alpenglöckchen gleich nach dem Hinwegthauen des Schnees um die noch übrig gebliebenen Schneeflocken einen lieblichen, aber schnell verwelkenden Kranz; gleichzeitig überzieht der Safran mit seinen weißen Blüthen ausgedehnte Flächen, von denen der Schnee vor Kurzem verschwunden war, lebt aber eben-

falls blos wenige Tage. Die Frühlingsflora und die Alpenflora haben in der That viel Uebereinstimmendes. Auch der Lenz beginnt mit niedrigen Kräutern, welche, schöngefärbt, verhältnißmäßig große Blumen tragen. Einige Frühlingspflanzen: Veilchen, Primeln, Anemonen und Hungerblümchen gehören sogar zu den in der Alpenflora vorherrschenden Gewächsen. „Aber die Alpenflora zeigt einen Frühling, auf den kein Sommer und kein Herbst folgt; einen Frühling, der bald wieder durch den Winter verdrängt wird. Dieser kurze, aber anmuthige Lenz, macht die Alpenflora noch interessanter; er ist ein reizender Schmetterling, welcher einige Wochen lebt, nachdem die Puppe viele Monate in der Erde verborgen gelegen."

Wie die Tropenpflanzen nur bei besonderer Pflege in den gemäßigten Gegenden fortkommen und auch dann nicht immer wirklich gedeihen, so haben auch die Alpenpflanzen ihr mehr oder minder geschlossenes Reich. Die öftere Umgebung durch Wolken, die stärkere Einwirkung des Sonnenlichtes, der geringere Luftdruck und vielleicht manche uns noch unbekannte Bedingung ihres Lebens — dies Alles können wir ihnen in der Ebene nicht geben.

Es versteht sich von selbst, daß am Aequator die Grenzen der hier beschriebenen Pflanzenregionen höher, in den Polarländern niedriger liegen müssen, als in den Alpen. In Südamerika erhebt sich der Mais, der in Europa vorzugsweise in der ungarischen Ebene gedeiht, bis zu einer Höhe von 7200 F., vorherrschend ist er jedoch nur zwischen 3 bis 6000 F., von 6000 bis 9240 F. kommen die europäischen Getraidearten, und zwar in den tieferen Regionen der Weizen, in den höhern der Roggen und die Gerste vor. Von 9240 bis 12,300 F. werden nur Kartoffeln gebaut. An einzelnen Stellen geht die wilde Vegetation noch bedeutend bis über diese Grenze hinauf; so fand Obrist Hall im Jahre 1831 am Gipfel des Chimborasso in einer Höhe von 17,000 Fuß noch mehrere schöne Alpenpflanzen in Blüthe; in einer Höhe also, wo dort

im Allgemeinen schon der ewige Schnee begonnen hat. In Lapland liegt die Culturgrenze sehr niedrig, nur wenige Hundert Fuß über dem Meere, und selbst hier reift das Korn nicht immer.

Wir steigen bis in die Region des ewigen Schnees empor. Wer an einem hohen Gebirge wohnt, z. B. am Riesengebirge, noch besser natürlich an den Alpen, kann oft sehen, wie es unten regnet, während es oben schneit. Auf dem Rigi fallen zuweilen heftige Graupelschauer; unten ist es Regen. In Südamerika ist sogar beobachtet worden, daß es nur in gewissen Höhen zuweilen hagelt; in der Ebene gehört dort Hagel zu denselben Seltenheiten, wie bei uns ein Erdbeben. Aber nur auf sehr hohen oder weit nach den Polen gelegenen Gebirgen bleibt der Schnee dauernd liegen. Die Schneekoppe wird zwar zuweilen noch im Juni oder schon im October ganz weiß, bleibt es aber nur auf wenige Stunden; auch die Schneedecke des Winters schmilzt zwar langsam, doch beinahe vollständig ab, nur in einigen tiefen, nördlich gelegenen Gruben ist auch im Juli und August immer eine größere oder kleinere Schneemasse zu finden. In den höchsten Regionen der Alpen und anderer Gebirge ist dagegen die Masse des während des Winter fallenden Schnees so groß, daß der Sommer sie nicht zu bewältigen vermag. Hier gibt es „ewigen Schnee", wobei indeß nicht gemeint sein kann, daß immer dieselben Schneemassen zu sehen seien; sie werden allmählich verzehrt und durch neue ersetzt; nur ihre untere Grenze bleibt in jedem Gebirge ziemlich bestimmt. In den Alpen erscheint die Schneegränze ziemlich scharf als horizontale Linie. Einzelne Streifen ziehen sich hie und da unregelmäßig bis zu bedeutender Tiefe herab; diese in Thälern gehenden Schnee- und Eisstreifen sind die Gletscher.

Die untere Grenze des ewigen Schnees liegt keinesweges in einer Luftschicht, deren mittlere Temperatur auf dem Gefrierpunkt stände. Sie richtet sich nicht nach der Jahreswärme, sondern nach Kraft und Länge des Sommers. Unter

dem Aequator beginnt der ewige Schnee bei 14,400 Fuß, wo die mittlere Temperatur noch gegen 1° Wärme beträgt; in der gemäßigten Zone erst da, wo die Mitteltemperatur auf 3° unter Null steht, etwa bei 8100 F.; in der kalten Zone, am Nordcap, erst bei 5° Mitteltemperatur unter Null, in einer Höhe von 3150 Fuß. Fände diese Abhängigkeit vom Sommer nicht statt, so lägen die Länder am Polarkreise alle unter ewigem Schnee; in Wirklichkeit ist dies jedoch durchaus anders, indem der nordische Sommer in den Ebenen und auf niedrigen Bergen kräftig genug ist, den Winterschnee hinweg zu schmelzen, auch wenn er den Winter nicht bis zum Gefrierpunkt herauf auszugleichen vermag. Im Innern der Continente muß die Schneegrenze etwas höher liegen, als an den Küsten, weil hier der Sommer weniger kräftig wird; sie befindet sich denn auch im Kaukasus fast 2000 Fuß höher, als in den Pyrenäen; in den lappländischen Alpen ist sie auf der norwegischen oder Seeseite schon bei 3096, auf der schwedischen erst bei 3858 Fuß.

In der gemäßigten Zone ist die wahre Grenze des ewigen Schnees nur im August und September mit Sicherheit zu bestimmen, erst dann, wenn das Thauen sein größtes Maaß erreicht hat und kurz vorher, ehe neuer Schnee das Gebirge immer tiefer und tiefer herab wieder weiß überzieht. In der Tropenregion, wo man zwar auch einen Sommer und einen Winter unterscheidet, ohne daß jedoch der Unterschied besonders groß wäre, gibt es nur ein Schwanken der Schneegrenze. Am Aequator beträgt dies Schwanken kaum 90 Fuß; in Mexiko, wo Sommer und Winter sich schon etwas mehr unterscheiden, 2256 Fuß.

Der Chimborasso, in der Nähe des Aequators gelegen, hat seine Schneegrenze bei 14,826 Fuß. Am benachbarten Cotopari und Antisana ist sie etwas höher gelegen (14,940 und 14,958 Fuß), da diese beiden Vulkane, vermöge ihrer inneren Wärme, den Schnee etwas weiter hinauf schmelzen, als es nach der blosen Sommertemperatur des Landes der Fall sein würde. Die Thatsache ist so auffallend, daß ein, im

Munde des Volkes allgemeines Sprichwort sich darauf bezieht: „Der ewige Schnee verräth die Arglist." Es ist nämlich an einigen schneebedeckten Vulkanen bemerkt worden, daß jedesmal vor einem Ausbruche die Schneedecke bedeutend abschmilzt.

Südlich vom Aequator haben die Berggipfel des ehemaligen Hoch-Peru (Bolivia) merkwürdigerweise eine um etwa 1200 Fuß höher gelegene Schneegrenze, der Illimani z. B. erst bei 15,828 Fuß, andere gar erst bei 16,000 Fuß. Dies ist auffallend, da diese Berge 16—17° vom Aequator entfernt sind. Humboldt und Pentland finden die Ursache dieser merkwürdigen Höhe in der Wärmestrahlung der Hochebene, auf welcher die Berge von Bolivia stehen, ferner in der Heiterkeit des Himmels und der Seltenheit des Schnees in den sehr kalten und außerordentlich trockenen Luftschichten. Neuerdings ist indessen darauf aufmerksam gemacht worden, daß noch eine andere Ursache wirkt. Unter dem Aequator sind, astronomisch genommen, zwei Sommer und zwei Winter, und die beiden Sommer werden immer durch einen zwischen liegenden Winter getrennt. Die Gegenden in der Mitte zwischen dem Aequator und dem Wendekreise haben aber ihre beiden Sonnendurchgänge bald nach einander, die Sommervierteljahre liegen neben einander. Der Sommer ist also zusammenhängend und dadurch wird der Schnee kräftiger und höher hinauf hinweg geschmolzen. Dies stimmt mit der Schneegrenze von Mexiko, unter 19° n. Br., überein, welche zwar nicht höher liegt, als am Aequator, weil zwei Meere zugleich auf Mexiko einwirken, die seine Sommer mildern, die aber doch erst bei 14,100 Fuß beginnt. Wir können deshalb die Form der Schneegrenze der Erde etwa so angeben: Sie ist ein Gewölbe, welches nach den Polen zu herabsinkt und die Erdfläche schon vor denselben erreicht; aber sie bildet am Aequator keine Kuppel, sondern ist dort fast flach oder selbst leise eingebogen.

Eine merkwürdige Erscheinung findet sich ferner am Himalaya. Am südlichen Abhange ist die Schneegrenze bei 11,700, am nördlichen Abhange aber um 3900 Fuß höher,

erst bei 15,600 Fuß. Doch erklärt sich dies ziemlich einfach. Kommt man von Süden, so steht der Himalaya wie eine Mauer da; von Norden her aber macht er kaum den Eindruck der Alpen, weil man sich selbst schon auf einer Hochebene befindet, die 10, 12 und mehre Tausend Fuß beträgt. Ferner strömen gegen den Südabhang kühle, feuchtigkeitsreiche Seewinde, es entladen sich im Gebirge mächtige Regen, die in der Höhe als Schnee fallen. Gegen den Nordabhang hingegen kommen warme und trockene Landwinde, welche weniger Schnee erzeugen. Im Süden gelangt wenig zurückgestrahlte Wärme in die Höhe, im Norden aber desto mehr. Aehnlich liegt auch am Ararat die Schneelinie sehr hoch, 13,300 Fuß, weil hier ein vereinzeltes Gebirge durch die warmen aufsteigenden Luftströme der umgebenden Hochfläche umspielt wird. Am Kaukasus ist sie niedriger, 10,200 Fuß und weniger, weil hier die Nähe der Binnenmeere wirkt. Noch niedriger ist sie in den Pyrenäen, 8400 Fuß, obwohl dieses Gebirge mit dem Kaukasus unter gleicher Breite liegt. Dies mag in der Nähe der offenen See seinen Grund erhalten, die den Sommer herabstimmt, und in der nicht hinreichenden Masse des Gebirges, indem nur die vereinzelten Gipfel die Schneegrenze eben erreichen oder 1000—2000 Fuß über sie hinaussteigen. Daher rühren auch die großen Unregelmäßigkeiten, die man hier beobachtet hat; der Pic du Midi ist zuweilen ganz frei von Schnee gesehen worden, worauf er wieder um zehn Jahre lang einen weißen Gipfel zeigte.

In den ausgedehnten, bald massenhaften, bald sich verzweigenden Alpen, die sich überdies theils nach der See, theils nach dem Binnenlande erstrecken, ist natürlich die Schneegrenze sehr wechselvoll. Wenn z. B. nach Zimmermanns Messung die Schneegrenze an der Ortlesspitze bis 7050 Fuß herabsinkt, so muß man dies der ungeheuren Schneewüste zuschreiben, welche den Berg umgibt. Auch am Großglockner liegt sie nicht höher. Im Allgemeinen muß sie jedoch über 8000 Fuß angesetzt werden. Der Balkan erreicht

die Schneegrenze erst bei 9000 Fuß. Bei den Karpathen, obwohl sie 3 Grad nördlicher liegen, als die Alpen, sinkt doch die Schneegrenze kaum unter 8000 Fuß, weil hier nur einzelne Spitzen eine solche Höhe erreichen. Die Lomnitzer Spitze und andere Granitfelsen tragen zwar auf ihrem Haupte immerfort Schnee, aber an den Wänden kann er nicht haften und wird leicht durch einen warmen Wind geschmolzen, was bei größeren Massen schwerer hält.

Die nächsten wirklichen Schneeberge finden wir in Europa erst in Norwegen; auch hier steht die Schneegrenze immer noch 5—3000 Fuß vom Meeresspiegel ab. Ebenso ist sie auf Spitzbergen noch nicht auf die Meeresfläche herabgesunken, weil diese Insel sich weit entfernt zwischen den beiden kältesten Stellen der nördlichen Erde befindet.

Baum- und Schneegrenze rücken sich immer näher, je weiter man nach dem Pol kommt. Am Aetna sind sie noch 4000 Fuß entfernt, in den Apenninen und Pyrenäen aber nur 3000, in der Schweiz 2700, in Norwegen unter 60° d. Br. 1900, in Lapland 1500. In ähnlicher Weise nähern sich die Korngrenze und die übrigen Gürtel; sie steht am Aequator 5160 Fuß von der Schneegrenze ab, in der nördlichen Schweiz 4800 und in Lapland nur 2500. Wir sehen hieran, daß die belebte Welt sich nach den Polen hin mit einer wunderbaren Kraft und Zähigkeit erhält. Der kurze Sommer muß alle Ungunst des Jahres aufwiegen.

Die aus den Schneemassen der Gebirge hervorgleitenden Schnee- und Eisblöcke, die sogenannten Gletscher, spielen in den Alpen eine besonders hervortretende Rolle. Die Schneemassen sind von einem Saum umgeben, welcher ein Mittelding von Schnee und Eis, den „Fern", darstellt. Es ist halbgethauter und wieder gefrorner Schnee, zwar hart wie Eis, aber nicht durchsichtig. Von ihm gehen die Gletscher gleich breiten, erstarrten Wasserströmen zwischen die Thalwandungen oder Klippen. In der Schweiz, in Tyrol Savoyen und der Dauphiné reichen diese Gletscher bis

3000 Fuß über dem Meer herab. Ihr Anblick setzt in Erstaunen; man sieht einen Eisstrom oder ein Eismeer mitten im Sommer und in der Nähe von Kornäckern und Fruchtgärten — gewissermaßen das Gegenbild zu den Lavaströmen am Aetna. Besonders reich sind an Gletschern der Montblanc, welcher 20—30 Gletscher aussendet, das Berner Oberland, Graubündten und Tyrol. Manche haben eine Ausdehnung von mehreren Meilen und eine Breite von 1/4 Meile. In der ganzen Alpenmasse nimmt man 5—6000 Gletscher an, welche zusammen mehr als 60 □M. umfassen.

Auf ebenem Boden bildet der Gletscher eine Art Eismeer; so das mer de glaçe unterm Montblanc, das indessen durch viele Eismassen der Ostalpen noch übertroffen wird. Gewöhnlich aber ist der Boden schräg, der Gletscher neigt sich ebenfalls, ist uneben, voller Risse, oder zeigt sogar eine regellose Zusammenhäufung von Eisstücken, die sich zuweilen wie Pyramiden aufthürmen. Am Fuße des Gletschers erblickt man große Eiswölbungen über dem Erdboden. In den unteren Theilen ist jener auch mehr dem wirklichen Eise gleich, wird durchsichtig und blau. Die Flächen der Klüfte, die aufgethürmten Eisstücke und die untersten Wölbungen zeigen gewöhnlich die schönste azurblaue Farbe. Dann bietet sich aus einiger Entfernung ein herrliches Schauspiel: bläuliche Eismassen zwischen schwarzen Klippen, dunklen Fichten- und Tannen- oder hellgrünen Birkenwäldern.

Der Gletscher ist in langsamer Bewegung: was unten abschmilzt, wird durch Nachgleiten von oben ersetzt; darum kann der Gletscher sich in Gegenden beständig erhalten, wo eine starke Sonnenwärme Blumen erzeugt und Korn reift. Indem er sinkt, nimmt er Erde, Steine und große Klippenstücke mit; an seinen Seiten und seinem Fuße bilden sich dadurch Wälle oder Dämme, die sogenannten Moränen oder Eiszäune. Sie können eine Höhe von 50 Fuß und darüber erreichen, und wenn sie alt werden, sind sie selbst mit Kräutern und Bäumen bewachsen.

Was auf den Gletscher fällt, sinkt durch Schmelzen in ihn ein. Liegen auf der Eisoberfläche dunkle Körper, so werden diese, von der Sonne beschienen, stärker erwärmt, als das Eis, und wenn sie nicht zu groß sind, um im Laufe eines Tages durch und durch erwärmt zu werden, so thauen sie durch ihre Erwärmung ein Stück in die Eisoberfläche ein, während das dadurch gebildete Wasser in der dünnen Atmosphäre der hohen Gebirgsgegenden gewöhnlich schnell verdunstet oder in die feinen Spalten des Gletschereises eindringt. Da nun die ganze Gletscheroberfläche durch die Vermittelung der Winde stets mit kleinen Steinchen, Sandkörnern, Staub, Ueberresten von Holz, Blättern, Insecten 2c. bedeckt ist, so schmelzen diese alle ein Stück in die Oberfläche ein und hinterlassen lauter kleine Löcher. Die Gletscheroberfläche erhält dadurch ein zerfressenes Aussehen. In jeder Vertiefung liegt ein dunkles Körperchen. Große Steine hingegen, welche nicht durch ihre ganze Masse erwärmt werden, bilden einen Schutz für die von ihnen bedeckte Stelle. Ringsherum schmilzt das Eis allmählich, und nun steht der Stein auf einer Säule von Eis und bildet einen Gletschertisch. Da aber die Sonne schräg unter die Steinmasse scheint, so wird der Stiel auf der Südseite verzehrt, der Block stürzt nach Süden und jetzt beginnt jene Wirkung von Neuem. Es ist eine einfache und doch seltsame Erscheinung, wie Wärme und Schwere vereinigt ein Wandern der Steine erzeugen können. Liegt irgendwo eine dünne Anhäufung von Sand, die sich ganz erwärmt, so bildet sie gemeiniglich ein rundes oder ovales Loch, welches sich schräg gegen Norden einsenkt und zuweilen sehr tief wird. Diese mit Wasser gefüllten Löcher heißen Mittagslöcher. Dickere Sand- und Geröllmassen erzeugen wieder das Umgekehrte Sie schützen das Eis darunter und bilden einen schuttbedeckten Eishügel.

Im Gletschereise sieht man bei gewissen Beleuchtungsverhältnissen Schichten übereinander, die durch die Bewegung,

welche in den einzelnen Theilen ungleich ist, in wunderbare Windungen verzogen sind. Der Schnee auf den Hochgebirgen wird natürlich in den einzelnen Perioden seines Falles schichtweise über einander gehäuft; man erkennt diese Schichten besonders durch die feinen Staublagen, welche in der Zwischenzeit zweier Schneefälle oft aufgeweht werden und der alten Firnoberfläche in der Regel einen grauen Schein verleihen. Diese Lagen lassen sich nun auch noch im Gletschereise gewahren.

Im Winter ist der Gletscher hart und seine Temperatur sinkt bis 2° unter Null. Im Sommer jedoch ist er von Wasser durchdrungen, gewissermaßen ein großer Eisschwamm von 0°, der beständig ausläuft und dadurch einen Bach erzeugt. Das Wasser desselben ist milchfarbig; ein Fluß von dieser Farbe zeigt daher die Gegenwart eines Gletschers schon in großer Entfernung an. Man sieht dies, wo der weiße Addafluß sich in den Comer-See ergießt, oder wo das milchfarbige Wasser der Arve sich mit dem blauen der Rhone vermischt. Die Trübung rührt von den aufgelösten Bergmassen, besonders den Thonarten her.

Es ist erwiesen, daß die Gletscher sich im Laufe der Jahre verändern können. Zuweilen schreitet er vor; man weiß, daß früher Kirchwege liefen oder Felder und Höfe lagen, wo jetzt sich Gletscher befinden. Zuweilen schreitet er zurück, wie man an Eiszäunen sieht, welche in bedeutender Entfernung vom Fuß des Gletschers ruhen. Die Sommerwitterung ist Ursache davon. Mehrere auf einander folgende warme und trockne Sommer verkleinern den Gletscher.

Die Karpathen und Pyrenäen zeigen nur schwache Spuren zur Bildung von Gletschern. Erst an der Westseite Norwegens, im Stift Bergen, erscheinen dieselben wieder, wo sie bis auf 800 und 1000 Fuß über dem Meere herabsinken und ebenfalls in gleicher Höhe mit Kornfeldern und Häusern vorkommen. In Schweden gibt es keine; im südlichen Lapland aber reichen sie bis auf die Meeresfläche

herab. Island ist besonders reich daran; die „Jökuls" zeigen hier dieselben Naturerscheinungen, wie die Gletscher der Alpen. Dasselbe gilt an den vielen Inseln im Norden Amerikas und von Spitzbergen und Grönland. In diesen Ländern erstrecken sich die Gletscher bis an's Meer und helfen, wie wir gesehen, zur Bildung des in der See treibenden Polareises.

Wir haben nach einander die Naturerscheinungen betrachtet, in denen sich das Höhenklima der verschiedenen Landformen kund gibt. Vom Aequator und von der Meeresfläche ausgehend, gelangen wir sowohl nach den Polen hin, als auf den Höhen der Gebirge in jene Regionen, wo das Wasser zu einem Gestein der Erde wird und die lebendige Wechselwirkung aufhört. Die Natur der Landformen ist aber zugleich die Grundlage der Geschichte, und hierauf haben wir noch einen Blick zu werfen.

Da sind es zunächst die Plateauländer, welche uns in ihrer Einförmigkeit und Armuth noch heut fast dasselbe Bild darstellen, welches sie vor Jahrtausenden gewährt haben mögen. Statt der Wälder haben die Hochländer oft nur Gras, statt der Aecker nur Steppen. Darum sind sie die Heimath der Nomadenvölker, die sich aber auch zuweilen in die benachbarten Niederungen ausbreiten. Hierhin gehört ganz Centralasien, Turan, ein Theil von Iran und Arabien. In Afrika ist das Hochland die Heimath der Gallas und Neger, in Amerika bewegten sich auf ihm die gegen Süden ziehenden Azteken. Die Bevölkerung der Hochländer Asiens gab den Anstoß zu den Völkerwanderungen, deren Anfänge freilich meist im Dunkel liegen. Selbst die kleineren Plateauländer stehen in Production und Bildung meist zurück, so Tibet, Dekan, Iran, Arcadien, Castilien, die Auvergne, die Eifel und Oberhessen oder Fulda, von wo aus durch die Noth der neueren Zeit die Auswanderung so zugenommen hat, daß man sie fast auch eine Völkerwanderung nennen könnte.

Das Gebirgsland in seiner mannigfaltigen Gliederung ist dagegen reicher begabt, und wo es nicht durch Höhe und Kälte unzugänglich nnd unwirthbar wird, auch der Sitz einer höheren Civilisation geworden. Es finden sich hier doppelte Naturimpulse, die einen energischen Sinn erzeugen und dadurch Keime der Entwickelung legen, und indem die Bevölkerung in Thäler zusammengedrängt wird, werden ihre Erfindungskraft und Thätigkeit wachgerufen. Die Zend- und Sanskritvölker sind von oben herab gekommen; die Thäler von Kaschmir und die Ränder des Dekans sind reich bevölkert und blühend; in Iran und Arabien liegen die Städte (Teheran, Ispahan, Schiras, Mekka, Medina) an den Rändern der Gebirge. Andere Gebirge sind nur Asyle geworden, wo kleine Völker ihre Unabhängigkeit oder wenigstens Sprache und Sitte bewahren; so die Gegenden am obern Indus, der Kaukasus und die Pyrenäen (letztere für das merkwürdige Volk der Basken).

Die Niederungen, oft durch späte Einwanderungen bevölkert, sind in der Regel der Sitz großer Völkergemische. So war es mit China, und in der Gegenwart sehen wir Aehnliches entstehen auf den Prairien von Texas und in andern Theilen von Nordamerika. Oft wurden kleine oder schwache Völker durch das Völkergedränge bis in sehr unwirthliche Niederungen gestoßen; so die Eskimos, Finnen und Lapen und die sibirischen Völkerschaften.

Die Stufenländer, die Ufergebiete der Ströme mit den anstoßenden Ebenen, haben meist eine frühere Ansiedlung und wurden die Wohnsitze höherer Cultur. So wenigstens in der alten Welt; in der neuen wird dies durch verschiedene Verhältnisse abgeändert. Berühmte Länder dieser Art sind Mesopotamien, Aegypten, Bengalen, China, die Lombardei und die Niederlande. In ihrer Mitte sind die Stufenländer gewöhnlich Kornländer; man denke an Meron, Babylon, Ninive, Bagdad, Mossul, Delpi und Agra, in Europa an die slavischen, germanischen und französischen Stromlandschaften.

So sehen wir überall besondere Landformen, Klimate und geschichtliche Zustände in Wechselwirkung. Es bleibt uns jetzt noch die Frage zu beantworten, ob das Klima der Länder im Laufe geschichtlicher Zeiten sich gleich geblieben, und ob nicht die Natur selbst und der anbauende oder verwüstende Mensch merkliche Veränderungen hervorgebracht haben.

Achtes Kapitel.

Einwirkung des Menschen auf das Klima und wirkliche oder angebliche Veränderungen des letzteren in geschichtlicher Zeit.

Die Naturbildungen auf der Erde und das Menschenleben auf ihr stehen in einer unverkennbaren Wechselwirkung. Niemand wird läugnen, daß das Klima der Länder eine wichtige Einwirkung auf den Zustand, den Charakter und somit auch auf die Geschichte der Völker übt, auch wenn er nicht geneigt sein sollte, den Ernst der Engländer einfach ihrem Nebel und die Beweglichkeit der Berliner ihrem Sande zuzuschreiben. Der Mensch wirkt zurück; er ändert den Boden, auf dem er wohnt; ändert er auch die Luft, in welcher er lebt? Unmittelbar nur wenig. Die Wirkung der Ausathmung verschwindet in dem ungeheuren Luftmeere, und Rauch und Dampf der Schornsteine und Fabriken ist nur über riesigen Städten, wie London, Birmingham ꝛc. dauernd bemerklich. Es ist auch keine Sorge, „daß Sommer und Winter, Frost und Hitze, Samen und Ernte" durch Schuld des Menschen je aufhören werden; die Vertheilung von Land und Meer kann der Mensch nicht ändern und also auch die großen Gegensätze, die der Grund aller Bewegungen sind, nicht aufheben. Allein die Beschaffenheit einzelner Landschaften hat allerdings durch die Vernichtung oder den Anbau der Pflanzen, durch Austrocknung der Sümpfe oder durch Leitung der Gewässer große Veränderungen erfahren. So wirkt

der Mensch unmittelbar auf die Luft ein. Wir wollen daher untersuchen, wo solche Veränderungen besonders auffallend hervortreten, von welchem Einfluß auf die Wärme oder Feuchtigkeit der Luft sie gewesen sind, und ob die Atmosphäre im Allgemeinen oder nur stellenweise in geschichtlicher Zeit eine andere geworden ist?

Die Pflanzenwelt einer Landschaft ist ein lebendiger Zeuge ihrer klimatischen Veränderungen oder ihrer Beständigkeit. Dennoch ist Pflanzenwelt und Klima eines Landes nicht dasselbe. Die erstere kann große Veränderungen erfahren, ohne daß das andere wesentlich davon berührt wird, das Umgekehrte allerdings ist kaum zu denken. Indessen wirkt die Veränderung der Pflanzendecke, wenn sie aus Wald in blosen Rasen oder trockne Felder übergeht, nothwendig auf die Wärme, den Wind und die Feuchtigkeit ein. Ein merkwürdiges Beispiel davon stellt uns Leopold v. Buch in seiner Beschreibung der canarischen Inseln dar. Dieser Reisende, der in Norwegen und Lapland, wie in den südlichen Ländern, gleichmäßig auf die Natur des Bodens, die Pflanzendecke desselben und den Zustand der Luft achtete, macht namentlich darauf aufmerksam, wie groß die Umwandlung der Vegetation eines Landes werden kann, das, im Meere gelegen, durch Colonisten angebaut wird und nun seine wenigen eigenen Pflanzen mit eingeführten fremden vertauscht. Man wird zuletzt nicht mehr im Stande sein, zu sagen, was einer solchen Insel von Natur eigenthümlich gewesen ist. Auf St. Helena übertrifft jetzt schon die Menge der eingeführten wildwachsenden Pflanzen die der natürlichen bei weitem. Auf der azorischen Insel St. Miguel finden sich jetzt wenig Gewächse, welche der Insel eigenthümlich und nicht von Portugal oder von Brasilien dahin gebracht worden wären, und auf den Bermudas weiß man sehr wenig Pflanzen zu nennen, die nicht offenbar dem Anbau durch Engländer gefolgt wären. Es ist interessant, sich eine entfernte Zukunft zu denken, in welcher etwa ein Naturforscher von Guiana oder Neuseeland

aus die Landschaften von Europa durchreiste und die jetzigen europäischen Colonien damit vergliche, ohne zu wissen, welcher geschichtliche Zusammenhang hier ehemals stattgefunden hat. Müßte er nicht erstaunen, in so großen Entfernungen wunderbare Aehnlichkeiten zu finden? Und würde er nicht einen argen Trugschluß bilden, wenn er glaubte, es fände vielleicht von den Zeiten der Schöpfung her zwischen Brasilien und den Azoren, zwischen England und den Bermudas, zwischen Spanien und den canarischen Inseln eine geheime natürliche Verwandtschaft statt!

Was auf den canarischen Inseln und auf Madeira längst begonnen, wird immer weiter zunehmen. Ganze Pflanzengeschlechter werden völlig verschwinden, gleich dem armen Volk der Guanches, die einst diese Inseln bewohnten und nach tapferem Widerstande endlich der Eroberungslust und Habsucht der Spanier theils im Kriege unterlagen, theils als Sclaven zur Beute wurden. Man wird dann nicht mehr wissen, auf welche Art, wo und in welcher Lage diese Pflanzen sich fanden; auf den Inseln selbst wird man eben so wenig Antwort darüber erhalten, als jetzt, wenn man fragt, was das tapfere Volk, das diese Inseln vor nur dreihundert Jahren, volle hundert Jahre lang gegen kriegserfahrene Spanier vertheidigte, wohl für eine Sprache geredet haben möge. Schon jetzt wächst die prachtvolle Statice arborea nur noch in einigen Gärten von Orotova, nirgends aber mehr wild, und doch hat man sie, außer auf Teneriffa, noch niemals gesehen. Andere Pflanzen stehen jetzt nur noch auf wenigen Felsen oder in den Hecken, welche die Weinberge und Felder umgeben. Der schöne Arbutus callicarpa, dessen Früchte gegessen werden, und welcher einst eine vorzügliche Zierde der Wälder war, ist jetzt so sparsam zerstreut, daß die Eigenthümer genau die Zahl ihrer Bäume kennen, und man häufig weit reisen muß, wenn man denselben aufsuchen will. Einen hohen Baum von trefflich wohlriechendem Holz, dem Juniperus Oxycedrus sehr ähnlich, dessen Wälder

sonst die Höhen bedeckten, kennt man in Teneriffa nur noch aus einigen vergessenen Stämmen in 9000 Fuß Höhe in der Mitte der verbrannten Wüste am Fuße des letzten Kegels des Pic. In Palma haben sich davon einige Bäume in der fast unzugänglichen Caldera erhalten. Den Spaniern war es, als sie Teneriffa eroberten, zu langweilig, die Menge der Kiefernbäume umzuhauen, welche bis an die See die Abhänge bedeckten; sie brannten sie weg. Die meisten Botaniker, die nach Teneriffa gekommen sind, haben nun auch nicht einmal einen Baum dieser Art gesehen, und erst der norwegische Naturforscher Christian Smith entdeckte; daß diese Wälder aus einer eigenen höchst merkwürdigen Kieferart bestanden, welche die canarische genannt wird. Mit unverantwortlichem Leichtsinn, sagt L. v. Buch, sieht man jetzt Bauern und Hirten die Ericawälder auf den Höhen von St. Cruz und St. Andrea zu Kohlen verbrennen, um dadurch einen nur für wenige Jahre einträglichen Acker zu gewinnen. Man zerstört unvorsichtig und auf ewig die Helme der großen Destillirgeräthschaft der Natur, durch die allein Fruchtbarkeit, Pracht und Wohlsein sich über die Insel verbreiten. Es ist der Terobaum (Erica scoparia), der nur auf diesen Höhen vorkommt. Unter seinem Schutze und nur hier allein erhebt sich das goldgelbe Exacum viscosum. Des Schutzes beraubt, wird diese schöne Pflanze verschwinden und allein noch in botanischen Gärten zu finden sein.

Bekanntlich werden die canarischen Inseln für diejenigen gehalten, welche bei den Alten unter dem Namen der glückseligen erwähnt und durch den König Juba von Mauritanien durch eine Gesandtschaft erforscht wurden. Die Namen stimmen außer dem von Canaria, das so nach der Menge großer Hunde genannt wurde, die man dort fand, nicht überein, aber sie lassen sich zum Theil mit ziemlicher Gewißheit auf die uns bekannte Inseln anwenden, wenn wir nicht außer Acht lassen, daß heutzutage die Natur einiger der-

selben sehr verändert ist. Die eine heißt Ombrios oder Pluvialia, die Regeninsel, weil sie nur durch den Regen ihren Bedarf an Wasser erhielt. So ist es noch auf Lancerote und Fuertaventura. Auf der ersteren vorzüglich wird am Ende des Sommers das Wasser aus den Cisternen theuer verkauft, und nicht selten nöthigt blos der Mangel an Wasser Tausende von Einwohnern, ja zuweilen fast die ganze Bevölkerung der Insel, zur schnellen Flucht nach Canaria oder Teneriffa, oder zum gänzlichen Auswandern nach Buenos Ayres, wo man sie, als fleißige unverdrossene Arbeiter, mit offenen Armen empfängt. Mehr als 5000 Menschen, welche die Gegend der Hauptstadt Teguize und des Seehafens Porto de Naos bewohnen, haben wahrscheinlich noch nie Wasser aus einer Quelle oder aus einem Brunnen getrunken. Man fragt erstaunt, was wohl die Menschen bewegen kann, ein so verbranntes und zurückstoßendes Land zu bewohnen, in welchem jeder Baum gegen die tödtende Seeluft in einem Schilderhause versteckt und wie das Vieh gekränkt werden muß, und in dem auf der dürren Wüste umher die wenigen Kräuter statt der Blätter mit langen Stacheln besetzt sind. Doch nach neun Monaten erscheint endlich an dem bisher fortwährend wolkenlosen und ausdürrenden Himmel, am Ende des Octobers und im November, von Süden her Regen. Sogleich sind die Hacken in Arbeit, Steine zu lockern; dem Hacken folgt unmittelbar und vielleicht am nämlichen Tage die Saat, und nur vier Tage darauf ist, wie durch Zauberei, der kahle Boden vom aufgegangeuen Weizen zu einer grünen Wiese geworden; und wo nicht Weizen, da bedecken die breiten, mit glänzenden Crystallen besetzten Blätter der Eispflanze (des Mesembryanthemum crystallinum) Thäler und Abhänge. Drei Monate später gibt der Boden den gesäeten Weizen dreißig-, ja auch wohl vierzigfällig wieder; die zur Barilla eingeäscherte Eispflanze, liefert Tausende von Centnern eines theuer verkäuflichen Products, und ein reicher Ueberfluß von Weizen wird nach Teneriffa, Palma und

Ferro geführt. So wird die wasserleere und wüste Insel durch wenige Regen zur reichen Kornkammer für Inseln, die das ganze Jahr hindurch mit dem Reichthum der Natur bedeckt zu sein scheinen. Hier also hätten wir auch keine Veränderung in geschichtlicher Zeit zu suchen, außer der Einführung des Weizens. Daß Lancerote mit jener Regeninsel des Plinius übereinstimmend sei, könnte auch noch aus der Angabe desselben geschlossen werden, daß sich Bäume auf derselben befänden, von denen der dunklere einen bitteren, der hellere dagegen einen unschädlichen, trinkbaren Saft liefert. Vielleicht sind dies zwei besonders hier wachsende Euphorbien, die beide ausgezeichnet sind durch den Reichthum an Milch, den sie enthalten, welche bei nur schwacher Verwundung wie ein Strahl hervorbricht und lange fortläuft. So besonders bei der Euphorbia balsamifera, deren durch ihre süße, genießbare Milch aufgeschwellte Rinde ganz weiß und glänzend erscheint; die Euphorbia canariensis hat eine ätzende und brennende Milch. Andere jedoch beziehen jene Nachricht auf die Insel Ferro. Es hat hier vor 300 Jahren und früher ein großer Baum gestanden, ein Tilbaum (Laurus foetens), dessen breite fleischige Blätter weit umher einen dichten Schatten verbreiteten. Alle Tage, zwei oder drei Stunden nach Sonnenaufgang, fingen die Blätter dieses Baumes an zu träufeln; wie ein Regen fielen die Tropfen von Blatt zu Blatt und sammelten sich unten zur laufenden Quelle. Die Einwohner der Insel, die nicht quellenreich ist, kamen im Laufe des Tages, dies reine Himmelswasser zu holen, und kehrten am Abend mit vollen Krügen zurück. Der Baum wurde für heilig gehalten, ein Wunder der Welt. Ein eigener Aufseher, von den Einwohnern angestellt, sorgte für die reinliche Aufsammlung des Wassers in Cisternen und ordnete die Austheilung an die wasserholenden Menschen. Dieser wohlthätige Baum stand noch 1689, östlich etwas über dem Städtchen Valverde; der P. Galindo hat ihn gesehen und beschrieben. Er stand noch lange nachher, aber durch Alter der

Menge seiner Blätter beraubt, verlor sich die Wirkung. Das Bedürfniß nöthigte die Bewohner, neue Quellen aufzusuchen, und jetzt ist das Wunder vergessen. Reisende aber, die bei den canarischen Inseln vorüber dem neuentdeckten Amerika zueilten, vergaßen, ungeachtet der Menge und Größe der Eindrücke, den Baum von Ferro nicht, und er wurde überall in Europa berühmt.

Die zweite Insel, die wir bestimmen können, ist Nivaria; der immerwährende Schnee und der dadurch entstehende Nebel derselben läßt sich nur auf Teneriffa beziehen. Zwar reicht der Pic nicht an die Schneegrenze, aber der Schnee bleibt oft bis im Mai auf ihm liegen, während er auf Canaria und Palma nur im Januar auf wenige Tage oder Wochen, auf Ferro, Lancerote und Fuertaventura aber eben so wenig vorkommt, wie auf der lybischen Wüste. Die Nebel steigen den ganzen Sommer hindurch täglich vom Meere auf und umhüllen zwischen 8 und 9 Uhr den Gipfel des Pic; man sieht daher die Insel Teneriffa täglich mit Nebel bedeckt.

Die Abgeordneten Juba's fanden keine Bewohner auf den Inseln, nur Trümmer von Häusern und zurückgebliebene große Hunde. Hatten vielleicht, fragt L. v. Buch, nur einige vom Winde verschlagene Familien hier gewohnt, die wieder nach ihrer Heimath zurückgekehrt waren? Aepfel (wahrscheinlich ist die Frucht von Arbutus callicarpa gemeint), Datteln und Pinien gab es in Menge. 1400 Jahre lang herrscht nun über jene Inseln ein gänzliches Stillschweigen. Indessen hatte sich hier ein armes Volk festgesetzt, wahrscheinlich aus der afrikanischen Wüste verschlagen, sie hatten sich Wohnungen in die Felsen gegraben und lebten von den Früchten der Insel, von der Milch der Ziegen, die sie mitgebracht hatten, und von einigem Weizen- und Gerstenbau. Außerdem kannten die Guanches Wicken und Bohnen, dann aber, wie es scheint, nichts weiter. Sie haben also auf die Pflanzendecke der Inseln nur geringen Einfluß gehabt; auch waren sie in ihren Bedürfnissen die ganze Zeit höchst einfach

geblieben, kannten keine Häuser, hatten, wie es scheint, keine Canots, bereiteten als Kleidung nur ein lockeres Gewebe aus Pflanzenfasern, waren jedoch durchaus nicht ohne Geist und Muth. Die Feigenfrüchte, welche sie 1403 den an der Küste von Canaria erschienenen Franzosen brachten, sollen von Bäumen stammen, die 60 Jahre früher dort aus Feigen entstanden, welche von Mallorkesen auf ihrem Schiffe dorthin gebracht worden waren. (Man erzählt, die Eingeborenen hätten jene Fremden zurückgehalten und getödtet.) Die französischen Abenteurer unterwarfen zuerst diese Insel fast friedlich, dann Ferro mit Gewalt. Hier fanden sie an der Küste ein dürres, aber im Innern ein hohes und schönes Land, mit immergrünen Wäldern, größtentheils vom Tilbaum, und mit einer so großen Menge Kiefern besetzt, daß ihre Anzahl wohl auf 100,000 geschätzt wurde, und die meisten so dick, daß zwei Menschen sie nicht umklammern konnten. Jetzt sind nur noch wenige Kiefern auf Ferro, „und es könnte wohl eine Zeit kommen, in welcher man es in Frage stellte, ob diese Bäume so weit westlich und nach einer so kleinen Insel sich mögen ausgebreitet haben." Unter den Hausthieren der wenigen Einwohner werden hier auch Schweine und Schafe genannt. Auf Palma und Canaria sah man Drachenbäume, die also wahrscheinlich zu den ursprünglich wilden Bäumen der Inseln gehören; die Bewohner von Canaria brachten bei ihrer ersten Zusammenkunft mit den Neuangekommenen für 200 Golddublonen Werth an Drachenblut mit herunter, welches sie für Fischhaken und altes Eisenwerk hingaben. Oelbäume, die man ebenfalls antraf, sind jetzt selten geworden, wachsen aber an einer Stelle auf Canaria so groß und hoch, wie „Stralauer Weiden" und in hinreichender Menge, so daß man sie wohl für ursprünglich halten kann. Teneriffa wurde von den Franzosen nicht betreten; die Insel wird als ein Land beschrieben, das überall bis zum Ufer des Meeres mit dichter Waldung bedeckt war. Gegenwärtig aber gibt es nur noch kleine Reste jenes Waldes.

Am 29. April 1483 wurde die Eroberung der Inseln Canaria durch die Spanier vollendet; die Guanches wurden aus ihren Besitzungen vertrieben und das Land an Soldaten und Spanier vertheilt. Aus Spanien und von Madeira holte man Fruchtbäume, Garten- und Feldfrüchte. Das Zuckerrohr gedieh überall vortrefflich, wo ein Bach durch das Land geführt werden konnte; die Kiefern-, Lorbeer-, Terebinthen- und Lentiscuswälder wichen dem Anbau, und die Thäler füllten sich mtt Ceratonien, Pfirsichen, Granaten und Orangen. Mit dem spanischen Korn erschienen spanische Pflanzen, und die europäische Flora wurde hier zum ersten Male mit der afrikanischen vermengt. 1495 ward Teneriffa erobert. Auch hier wurde den Eingeborenen ihr Besitzthum genommen, sie selbst wurden zu Sclaven gemacht und mußten nun fremde Früchte für fremde Herren ziehen. Selbst Kastanien wurden eingeführt und über der jetzigen Stadt Orotava gepflanzt. Die Kiefern- und Ericawälder wurden ausgerottet, und Kastanien bilden jetzt dort einen Wald, der durch meistens europäische Blumen, die er beschützt, seinen Ursprung verräth. Nur unter den Kastanien findet man die Erdbeere, die hier noch reife und nutzbare Früchte trägt, auf St. Helena nicht mehr. Da im Thal von Orotava das Zuckerrohr nicht so gut gedeihen wollte, wie auf dem wärmeren Canaria, so wurde jenes mit Weinreben bepflanzt. Man brachte sie von Madeira, wohin sie der Prinz Heinrich aus Candia und aus dem Peleponnes hatte versetzen lassen; mit ihnen fanden einige griechische Pflanzen den Weg zu den canarischen Inseln. Wie in Deutschland am weitesten nach Norden, so reicht der Weinbau auf Ferro am weitesten nach Süden; die südlichsten Weinstöcke von Persien stehen mehr als einen Grad nördlicher und müssen in Brunnen versteckt werden, um sie gegen die Hitze zu schützen. Für die Zuckerpflanzungen und Zuckermühlen auf Canaria holte man Neger aus Afrika; mit ihnen kam von daher die unschätzbare Musa,

der Bananenbaum. Sie gelangte dann nach Amerika, das aber die kostbarste Art selbst schon besaß. Wo jetzt Bäche die wärmere Region der Inseln erreichen können, oder Quellen entspringen, sind sie gewiß von Bananenbäumen umgeben, ja in einigen Thälern scheinen diese gar nicht mehr gepflanzt zu sein. Da der Zuckerrohrbau auf St. Domingo in Amerika ungleich lohnender wurde, so verschwand er auf Canaria wieder; mit ihm auch die Sclaverei, und nur wenige freie Neger auf der Insel, welche in Felsenhöhlen wohnen, erinnern an die frühere Zeit. Nach hundert Jahren waren schon fast alle Pflanzungen in Mais- und Weizenfelder verwandelt.

Dies die Einwirkung von der alten Welt her. Aus Amerika zurückkehrende Schiffe verbreiteten sehr bald zwei Gewächse, welche jetzt über den ganzen Süden von Europa einheimisch geworden sind, und die nun wesentlich zur Flora der anarischen Inseln gehören, nämlich Cactus Opuntia und Agave americana. Jene, die einen trockenen und dürren Boden zu lieben scheint, wird in den heißen Monaten am Ende des Sommers durch ihre saftige Frucht den Bewohnern der Gegenden, die genöthigt sind, meilenweit ihr Trinkwasser zu holen, eine große Erquickung; daher sind bewohnte Orte jederzeit mit einer großen Menge Cactusstauden umgeben. Auch die Agave wird nicht ungern gesehen. Ihre Blätter dienen häufig zur Bedeckung kleiner Hütten, ihre Blüthen werden begierig von den Kindern gegessen und die Fasern der Blätter zu mannichfaltigen Geweben, Matten, Gurten und Stricken verarbeitet, namentlich von den Bewohnern der Höhlenstadt Atalaya auf Gran Canaria, wo die Wege zu beiden Seiten mit solchen Pflanzen besetzt sind, aus deren weit ausgebreiteten Blätterrosen die Blumenstiele in langer Reihe, wie Candelaber, hervorsteigen. Die Bataten (Convolvulus Batatas) aus Amerika sind nur in wenigen Gegenden angebaut, weil sie zu gleicher Zeit große Wärme und einen häufig gewässerten Boden erfordern. Die Kartoffel wurde

1622 aus Peru hierher verpflanzt, will aber nicht überall gedeihen.

„Welches Hesperidenland", endigt L. v. Buch, „wäre nicht Teneriffa geblieben, würde es nicht immer mehr geworden sein, hätte Alonzo de Lugo's Eifer im Anbau des Eilands etwas mehr die Oeconomie der Natur auf Inseln beachtet!" Er selbst schon war genöthigt, einige Verordnungen zu machen, um die wilde Wuth zu steuern, mit welcher die Wälder vernichtet wurden: die Wälder, welche sonst seine 1495 gegründete Stadt Laguna berührten, wurden bald nur noch in der Ferne gesehen. Der Ritter Scory, der sich im Jahre 1582 in Teneriffa aufhielt, beschreibt noch die Lagune, von welcher die Stadt ihren Namen hat, als einen großen reizenden See, der mit einer großen Menge Wasservögel bedeckt war, über welchem sich jeden Abend wilde Falken versammelten und den Negern zu belustigenden Jagden Veranlassung gaben. Jetzt ist jener See ein kleiner Sumpf, den wenige Reisende bemerken, und worin sich nur im Winter etwas Wasser sammelt. Es kommen keine Quellen, keine Bäche mehr aus Wäldern der Höhe, dieses Becken zu füllen. Als Edens im Jahre 1713 den Gipfel des Pic bestieg, fand er noch in 5000 und 6000 Fuß Höhe einen Kiefernwald, von dem ein Baum durch die Ausbreitung seiner Zweige einem kleinen Schiff ähnlich sah und daher la Caravela genannt wurde. Jetzt ist die ganze Höhe baumlos und trocken. Sonst, wenn die warme Luft und der Dampf aus der unteren Zone an Meere sich erhoben und die Region über den Wäldern erreichten, fanden sie hier keinen Boden, welchen die Sonne erwärmen, oder von dem die Wärme wieder zurückstrahlen konnte. Der Dampf mußte in der kälteren Temperatur über den Bäumen hervortreten, die Tropfen sammelten sich an den noch kälteren Blättern, fielen auf den Boden und bildeten Quellen. Jetzt ist die Strahlung vom kahlen Boden so stark, daß Wolken in einem großen Theile der Insel nicht mehr sich bilden, und was die Erniedrigung der Temperatur an Dampf her-

vortreiben könnte, wird durch die große Trockenheit der Höhe (es ist hier ganz anders als auf den Alpen) reichlich aufgewogen und ersetzt. Dieser Dampf, der, auf der Insel erzeugt, auch wieder zu neuer Fruchtbarkeit auf die Inseln herabfallen sollte, wird jetzt über die Höhen weg vielleicht in weit entlegene Zonen geführt oder nutzlos wieder in das große Weltmeer geworfen. So wird denn Teneriffa, über das sich einst der ganze Zauber der Natur ergossen hatte, eben das werden, was durch gleiche Schonungslosigkeit St. Jago unter den Cap Verde'schen Inseln geworden ist: ein dürrer Felsen im Meere. Unsere Floren werden erzählen, welche Bäume und Pflanzen einst Teneriffa bedeckten, und die Nachwelt wird es kaum glauben.

Hören wir einen andern berühmten Reisenden, Humboldt, über einen ähnlichen Gegenstand. Der See von Valencia in Süd-Amerika vermindert sich fortwährend und wird vielleicht darin noch lange fortfahren. Die Anwohner glauben, ein unterirdischer Ausgang, der mehr Wasser entführe, als die kleinen Zuflüsse bringen, sei daran schuld. Indessen bieten die Veränderungen, welche die Zerstörung der Wälder, das Urbarmachen des Bodens in den Ebenen und der Anbau des Indigo seit einem halben Jahrhundert in der Masse der Zuflüsse hervorbrachten, einerseits und die Ausdünstung des Bodens mit der Trockenheit der Atmosphäre andererseits hinlängliche Gründe dar, um die fortschreitende Verminderung des Valencia-Sees zu erklären. Durch Fällung der Bäume, welche die Berggipfel und Bergabhänge decken, bereiten die Menschen unter allen Himmelsstrichen den kommenden Geschlechtern gleichzeitig eine gedoppelte Plage: Mangel an Brennstoff und Wassermangel. Die Bäume hüllen sich, vermöge der Einrichtung ihrer Ausdünstung und dem Strahlen ihrer Blätter gegen einen wolkenlosen Himmel, in eine stets kühle und nebelige Atmosphäre: sie wirken auf den Reichthum der Quellen, nicht, wie man lange Zeit geglaubt hat, durch eine besondere Anziehungskraft auf die in

der Luft enthaltenen Dünste, sondern, indem sie den Boden vor der unmittelbaren Sonnenwirkung schützen, mindern sie die Ausdünstung des Regenwassers. Die Zerstörung der Wälder, wie die europäischen Colonisten dieselbe in Amerika allenthalben mit unvorsichtiger Eile vornehmen, hat die gänzliche Austrocknung oder wenigstens die Abnahme der Quellen zur Folge. Die Betten der Bäche, welche einen Theil des Jahres trocken bleiben, verwandeln sich in Bergströme, so oft Gußregen auf den Höhen fällt. Und weil mit dem Gesträuche auch die Rasen und das Moos auf den Gräten der Berge verschwinden, so wird der Ablauf des Wassers durch nichts weiter aufgehalten; anstatt mittelst eines allmählichen Durchseihens die Gewässer der Bäche langsam andauernd zu unterhalten, furchen sie bei heftigen Regengüssen die Hügelabhänge aus, schwemmen das losgerissene Erdreich fort und bilden jene plötzlichen Anschwellungen, welche das Land verheeren. Es ergibt sich hieraus, daß die Zerstörung der Wälder, das Verschwinden andauernd fließender Quellen und das Dasein von Bergströmen drei genau mit einander verbundene Erscheinungen sind. Landschaften, welche auf entgegengesetzten Halbkugeln liegen, die von der Alpenkette begrenzte Lombardei und das zwischen dem stillen Ocean und die Anden-Cordilleren zusammengedrängte untere Peru liefern auffallende Beweise von der Richtigkeit dieser Behauptung. Bis um die Mitte des vorigen Jahrhunderts standen die Berge, welche die Thäler von Aragua einfassen, mit Waldung bedeckt. Große, den Familien der Mimosen, Ceibas und der Feigen zugehörige Bäume gaben den Seegestaden Schatten und Kühlung. Das damals noch wenig bewohnte flache Land war mit Sträuchern bewachsen, zwischen denen zerstreute Baumstämme und Schmarotzer-Pflanzen sich befanden, der Boden selbst mit dichtem Rasen überzogen, welcher zum Strahlen der Wärme ungleich weniger fähig ist, als das angebaute und eben deshalb gegen die Sonnenhitze nicht geschützte Land. Mit der Zerstörung der Bäume

und mit dem vermehrten Anbau des Zuckerrohrs, des Indigo und der Baumwolle haben sich die Quellen und alle natürlichen Zuflüsse des Valencia-Sees von Jahr zu Jahr vermindert. Ja bei der beträchtlichen Ausdünstung eines Gewässers, welches das ganze Jahr unter der Sonnenhitze von Neapel und Sicilien steht, können die kleinen Flüsse, die sich in den See von Valencia ergießen, während der sechs auf den Christmonat folgenden Monate überhaupt nicht mehr als Zuwachs betrachtet werden. Sie bleiben im Untertheil ihres Laufs trocken, weil die Pflanzer des Indigo, des Zuckerrohrs und des Kaffees häufige Ableitungen machten, um ihre Ländereien durch Rinnen zu bewässern; der eine dieser Flüsse ist ganz abgeleitet worden und mündet in einen Arm des Apure.

Die im Allgemeinen fortwährend sich steigernde Verminderung der Wälder ist eine so wichtige Thatsache und namentlich auch für die Beschaffenheit der Luft eines Landes so einflußreich, daß wir wohl bei diesem Gegenstande noch etwas länger verweilen dürfen. Die Pflanzendecke der Erde spielte schon in der Vorwelt eine große Rolle. Obwohl wir keine versteinerten Pflanzen finden, welche unsere Affenbrotbäume vom Senegal oder die riesigen Nadelbäume von Nordwest-Amerika an Größe überträfen, so muß doch das Pflanzenkleid der Erde in der Steinkohlenperiode ein sehr dichtes und wucherndes gewesen sein. Jene Wälder aus Farrenbäumen und ähnlichen unvollkommener organisirten Pflanzen sind dahin, die Wälder der Braunkohlenschichten, unsern Wäldern schon ähnlicher, ebenfalls; aber auch die Wälder der Gegenwart gehen in vielen Gegenden der gegemäßigten Zone, wie es scheint, einem allmählichen Verschwinden entgegen, nicht durch die Revolutionen des Erdinnern, durch Senkung der Erdtheile oder Hervortreibung neuer Gebirge, sondern durch das, was der Mensch mit einiger Eitelkeit gern seine „Cultur“ nennt.

Werfen wir einen Blick auf Asien, so sehen wir große Steppenländer, die wohl niemals eine Heimath des Waldes gewesen sind. Andere Landschaften sind zu reich und üppig, als daß der Mensch, auch wenn er es versucht hätte, den Wald hätte bezwingen können. Auf dem Gangesdelta und in Hinterindien, auf Ceylon, Java, den Philippinen und andern Inseln erhebt sich der tropische, stellenweis fast undurchdringliche Urwald, und die Mangrovewaldungen der Küsten steigen sogar bis ins Meer hinein. Aber es gibt auch große Landschaften in Asien, die ehemals Wälder getragen haben und gegenwärtig kahl stehen. Es hat den Anschein, als ob die Wüste in ganz Vorderasien siegreiche Fortschritte mache. Die Ebenen Mesopotamiens scheinen zur Erzeugung von Wäldern bestimmt zu sein wie die Ufergegenden des Amazonenstroms und des Orinoco; doch schießt hier nur üppiger Krautwuchs auf, der in der nassen Jahreszeit ein kurzes Leben führt, in der trocknen verdorrt, während Waldung den Boden feucht erhalten und deshalb ausdauern würde. Indessen darf nicht behauptet werden, daß hier eine große Verwüstung stattgefunden habe; auch am Orinoco gibt es große Landstriche ohne Baumwuchs, ohne daß man ihrem Boden eine große ursprüngliche Verschiedenheit von dem der Waldgegenden ansähe. Doch ist gewiß, daß in den Ländern unter türkischer Herrschaft der Wald sich auffallend vermindert hat. Die Natur der Länder erhält zuweilen merkwürdige Eindrücke durch die Wechsel im Zustande ihrer Bevölkerung. Ein interessantes Beispiel davon haben wir am Nilthale. Der erste Bewohner desselben war ein Wüstenbewohner. Durch Canalbau und Ausbreitung der jährlichen Bewässerung wurde das Land zur Kornkammer der griechisch-römischen Welt; durch die Trägheit und die Tyrannei einer späteren Zeit sank es jedoch großentheils wieder in Dürre und Unfruchtbarkeit zurück. Wo fleißige Bewässerung, sorgfältige Cultur und eine gemäßigte Wärme den Boden vor zu großer Autrocknung bewahren, da hat die Entwaldung keinen merklichen Schaden gestiftet,

so in dem reich bebauten und bewohnten östlichen China, wo, wie behauptet wird, auf manchen Stellen keine einzige wilde Pflanze mehr zu sehen ist. Allein nicht so in Ländern, die weniger reich an Wasser waren oder deren Bevölkerung weniger Fleiß bewies. Syrien, welches in der Zeit, als es noch Wälder hatte, wie ein Paradies geschildert wird, liegt jetzt ohne Schatten da und ist keineswegs mehr das reiche Land von ehemals. Palästina, wenngleich theilweis schon im hohen Alterthum ein Weide- oder Ackerland, keine Waldstrecke, hat doch eine immer noch größere Verödung erfahren. Die berühmten Cedern des Libanon sind beinahe verschwunden. An der Straße, welche von Damaskus nach Tripoli führt, liegt noch ein Wäldchen von 300 — 400 Stämmen in einer sonst vegetationslosen Gegend. Die meisten sind indeß jüngere Stämme, einige der ältesten mögen 300—800 Jahre alt sein, vor einigen Jahren aber fand man noch zehn Stämme von einem Alter von 3000—6000 Jahren; einer derselben zeigte beim Messen einen Umfang von 45, aber nur eine Höhe von etwa 50 Fuß. Dagegen hat sich der Urwald des Kaukasus noch in großer Ausdehnung erhalten, mit ihm das freiheitsliebende Volk der Tscherkessen und verwandter Völkerschaften. Deshalb führen auch die Russen den Krieg nicht blos gegen die Menschen, sondern auch gegen die Wälder; sind diese vernichtet, so ist auch der Gegner besiegt, ebenso wie der nordamerikanische Indianer, der aus seinem Jagdgebiet vertrieben ist, sich gegen den übermächtigen Europäer nicht zu halten vermag.

Besser als in Asien können wir die zunehmende Entwaldung in Europa verfolgen. Die „Fichtenwälder des Poseidon" sind zwar nicht gänzlich verschwunden, aber auf wenige Abhänge beschränkt. Es ist wohl Uebertreibung, wenn man sich das ganze alte Griechenland voll jener lachenden Haine aus Ulmen, Cypressen, Citronen-, Feigen- und Maulbeerbäumen, voll jener Obstgärten und Kornfelder denkt, wie man sie in dem freudig grünen Thale des Vasiliko (des Eurotas der Alten) auch heute noch findet; namentlich ist

das gebirgige düstre Arcadien ganz ohne Grund als idyllisch gepriesen worden. Doch ist nicht zu leugnen, daß mit dem Walde auch die Feuchtigkeit und die Fruchtbarkeit im Allgemeinen sehr abgenommen haben. Die Hügel und Berge in Attica, Morea und auf den Inseln haben jetzt ein ödes, graues Ansehen, das zu dem tiefblauen Himmel in einem seltsamen Gegensatze steht. Die Hochebenen zeigen ein nur dürftiges Grün; die unverständige Gewohnheit der Landleute und Schäfer, die Gesträuche niederzubrennen, um mit der zurückbleibenden Asche den Boden zu düngen, verwandelt den an sich ergibigen Boden je länger je mehr in eine traurige Wüstenei. Hier, wie in allen Ländern am mittelländischen Meer, verschwinden die natürlichen Wiesen von Jahr zu Jahr mehr; selbst schon weiter nördlich in den süddeutschen Ebenen müssen sie durch den künstlichen Kleebau ersetzt werden. Wie in Griechenland so hat auch in der europäischen Türkei die Entwaldung weit um sich gegriffen.

Italien besitzt keine großen Wälder mehr und hat sie auch schon in den römischen Zeiten nicht mehr gehabt; doch ist es noch durchaus kein baumloses Land. Nur sind die Bäume gartenartig über die Felder verbreitet; es fehlt nicht an Pinien, Ulmen, Cypressen, Kastanienbäumen, Orangehainen, selbst nicht an Eichen, die man sonst gern als einen Vorzug Deutschlands bezeichnet. Die reich bewässerten Po-Ebenen haben ihre, schon im Alterthum berühmte Fruchtbarkeit behalten. Dagegen ist die ehemals bewaldete, jetzt kahle Hügellandschaft von Toscana ungünstiger geworden; blos im Frühling und Herbst zeigt sie sich im frischen Grün, im Sommer ist sie vollständig versengt. Aehnlich ist es mit allen Bergrücken in Süden der Apenninen. „Kahle Felsen erheben sich über üppigen Thalgründen und klagen die Unwissenheit und Trägheit der Bewohner an, welche durch leichtsinnige Ausrottung der Wälder die lachenden Gefilde in traurige Einöden verwandelt haben. So erscheint die ganze römische Campagna als eine braune Einöde. Derselbe Boden, der ursprünglich

von der Natur reich gesegnet, eine zahlreiche und begüterte Bevölkerung ernährte, ist jetzt von den Menschen verwahrlost, und allein die mächtigen Ruinen und Baudenkmäler des Alterthums verkünden den Glanz vergangener Jahrhunderte. Nur wenige Gegenden, wie in den Gebieten von Toscana besonders um Lucca, bieten einen erfreulichen Anblick dar. Fleiß und Kunstsinn kommen hier einer ergibigen Natur zu Hülfe und zeigen, was aus Italiens Gefilden sich schaffen ließe, während in vielen andern Orten die schönsten öffentlichen Gärten der Verwilderung Preis gegeben sind."

Die Ebenen des südlichen Frankreich sind lange von den Dichtern gerühmt worden; man weiß jetzt aber, daß die Reize dieser Gegenden sich auf einige Flußthäler und die Abhänge der Pyrenäen beschränken. Nur dort sind Bäume, Schatten und grüne Rasen zu finden; „das übrige Südfrankreich ist ein gelbweißer Landstrich, wo der Kalkstaub zu ersticken droht." Die Oelbäume, deren Cultur sich bis zu den Cevennen erstreckt, dienen mit ihren weidenartigen Ruthen und Blättern nirgends zur Verschönerung der Landschaft oder zur Erquickung des Bodens. Aehnlich ist es in Spanien und Portugal. Das Land ist nicht überall so reich und lieblich, wie die blühende Küstenebene von Valencia, die herrliche Umgebung von Lissabon oder dem regenreichen Coimbra, oder das tropenähnliche Thal des Guadalquivir. Die Waldlosigkeit der weiten Hochebenen macht vielmehr einen großen Theil des Landes unfruchtbar oder unerquicklich. Sowohl die Wälder der cantabrischen Bergkette (von Asturien), die einst den Christen zum Schutz und zum Stützpunkt gegen die Mauren dienten, als diejenigen auf der Hochfläche Alt- und Neu-Castiliens sind sehr gelichtet oder ganz vertilgt. „Die Vögel fressen die Körner, die Bäume nähren die Vögel, also fort mit den Bäumen" sagt der castilische Bauer; darum sind nicht nur die geschlossenen Wälder, sondern auch fast alle Bäume zwischen Feldern und Wiesen niedergehauen. Das Plateau von Alt-Castilien erscheint wie eine Schuttebene. Felder von

Weizen und Gerste, meist schlecht bestellt, wechseln mit öden Heiden von Cistus; zwischen dem niedrigen Gesträuch gedeiht kein dichter Rasen, nur wenige trockene Kräuter. Kleine Eichen- und Kastaniengehölze oder schlanke Ulmen, von Epheu umrankt, sind eine Seltenheit. Daher sind denn auch die Sommer heiß und brennend, die Winter kalt und rauh, wie man es in einem südlichen Lande kaum erwarten sollte. Nicht besser ist es in der Umgegend von Madrid und in ganz Neu-Castilien; erst auf der Sierra Morena zeigen sich wieder dichte Eichenwälder und hohe schattige Ladansträucher. Der Reisende holt sich deshalb in der Landschaft von Madrid, deren Hauptfluß im Sommer gewöhnlich ganz vertrocknet, wenig Erquickung; sind hier auch neue Anpflanzungen versucht worden, sowollen dieselben natürlich nicht recht aufkommen.

Wir wenden uns zu den Ländern der germanischen Völker. Kühler gelegen, hat hier die zunehmende Entwaldung keine so auffallende Ausdörrung hervorbringen können, wie etwa auf der Insel St. Jago; aber selbst in nördlichen Landschaften macht sich der Einfluß derselben bemerklich. Zunächst freilich in günstigem Sinne. Die dichten Wälder des alten Deutschlands mußten abkühlend wirken; es ist also kein Zweifel, daß unsere Sommer heiterer und wärmer, und damit, so lange es nicht an Feuchtigkeit fehlt, dem Gedeihen vieler Culturpflanzen zuträglicher geworden sind. Wohl mögen wir es bedauern, wenn uns die Freude an einer alten ehrwürdigen Eiche oder Linde immer seltener wird, indem diese Denkmäler der Vorzeit aussterben oder unter der Hand des Menschen fallen, ohne allmählich durch andere ersetzt worden zu sein; es stirbt ja mit dem Walde ein gut Theil jener herzerfrischenden Naturpoesie, die uns aus den heiligen Wäldern Preußens, Hessens, Sachsens, Rügens und anderer Länder als Erbtheil überkommen ist. Doch ist erst seit dem letzten Jahrhundert gegründeter Anlaß, über einstigen Mangel an Holz oder Quellen in Besorgniß zu gerathen. W. Häring, ein Dichter, dessen Darstellungen von einer seltenen

Natur- und Landeskenntniß zeugen, hat u. A. darauf aufmerksam gemacht, wie sehr gerade das deutsche Gemüth sich mit dem Walde verwandt fühlt, so daß ein zunehmendes Ausrotten der Wälder nicht blos materielle, sondern auch sittliche Bedenken in sich trägt. Wie stark die Anhänglichkeit unserer Vorfahren an ihre Wälder war, geht aus ihrer Religion, ihrer Sage und Geschichte gleichmäßig hervor. Die Stammsage der Sachsen läßt ihr Volk und seinen ersten König Grünwald aus einem Bergwalde entstehen. Sollte der Name des Sachsenherzogs Widu-kind nicht Baumkind bedeuten? Vogelsang ist ein Dorfname, der überall in Deutschland bis in die deutschen Gegenden von Rußland hinein gefunden wird. Ansprechend war mir auch immer ein Dorfname, dessen Entstehung in preußischen Provinzialblättern erzählt ist. Als nämlich deutsche Colonisten in Preußen nach einer Stelle suchten, wo sie sich anbauen wollten, sahen sie in der Ferne einen brennenden Wald. „Schade um den Wald," sagten sie, ließen sich dort nieder und nannten ihr Dorf Schadewalde.

Auffallender, als im innern Deutschland, macht sich die Lichtung der Wälder an den Küsten der Ostsee bemerklich, weil sie hier oft von unmittelbar schädlichen Folgen ist. Wo dichte Buchenwälder das Ufer umsäumen, wird es viel weniger vom Meere angegriffen, als da, wo der Wald unterbrochen ist. Die Buche ist ein geselliger Baum, gern steht sie mit ihresgleichen zusammen. Sie sendet ihre Wurzeln nicht tief in den Boden; wo sie aber sich gegenseitig kreuzen, geben sie diesem Halt und die einander berührenden Kronen widerstehen dem Sturm und schützen das Erdreich vor dem Sonnenbrand. Wenn man zu lichten beginnt, ist von einem Halt des Bodens durch die Wurzeln nicht mehr die Rede. Ein Beispiel davon sieht man an dem bekannten Badeorte Heringsdorf. Einst stand hier ein hochwipfeliger, prächtiger Buchenwald. Als man zu lichten anfing, um zwischen den Bäumen Häuser aufzurichten, dachte man nicht,

daß die Natur sich rächen würde. Wind und Wetter ausgesetzt, verkamen die Bäume und nur wenige stehen noch. So ist es auf der ganzen Insel Usedom, überhaupt an der ganzen Südküste der Ostsee von Seeland bis Preußen, wo die Nordgrenze der Buchen beginnt. „Eine Reihe hochwipfeliger Stämme wird nach der andern unterspült, ein Stamm nach dem andern sinkt brechend herab, und nur da hat sich die Natur selbst Schutz geschaffen, wo das ganze schroffe Ufer, unterspült von Fluth oder Schneebächen, sich überlegte und mit seiner Waldung nach dem Meere zu einbrach. Als schräge Fläche mit Büschen, die zu Bäumen werden, besetzt, streckt es dem Meere eine Schanzenreihe entgegen, die weder seinem Drohen noch seinem Locken so leicht unterliegt. Alle andere Veranstaltungen, die lockeren Wände selbst oder die davor aufgeworfenen Dämmereihen durch Strandhafen oder Weidenanpflanzungen zu festigen und damit den Strandbergen und ihren Wäldern einen Halt zu gewähren, haben sich als unzureichend erwiesen."

Der lange schmale Sanddamm, bekannt unter dem Namen der frischen Nehrung, der sich fast von Danzig bis Pillau erstreckt, war früher in seiner ganzen Länge von einem Kieferwalde eingenommen, welcher mit seinen Wurzeln den Dünensand und die Haide befestigte. Der westliche Theil steht noch bis Kahlberg, der östliche wurde vor mehr als hundert Jahren gefällt. Nun wehen aber die Meereswinde über die kahlgelegten Hügel, das frische Haff ist zur Hälfte versandet, das weithin in die Wasserflächen wuchernde Schilf droht einen ungeheuren Sumpf zu bilden, die Wasserstraße zwischen Elbing, dem Meer und Königsberg ist gefährdet, der Fischfang auf dem Haff unergibiger geworden. Umsonst hat man alle mögliche Anstrengungen gemacht, durch Strandhafen, Weiden, Schlinggewächse die Hügel wenigstens zu verweben; der Wind spottet aller Anstrengungen, er läßt einen Augenblick gewähren, um darauf zu zerstören. Kaum hält sich hier und da ein verkümmerter Busch. Der Besitzer des

Seebades Kahlberg hat versucht, die Umgebungen wieder schattig zu machen; an seiner Mühe sieht man, wie viel Anstrengungen es auf einem trocknen Sandboden kostet, einen zerstörten Pflanzenwuchs auch nur theilweis wieder herzustellen. Er ringt, so erzählt W. Häring, dem flüchtigen Sande jeden Fleck ab, wo einiger Schutz vor den Winden ist, um Gartenstauden zu ziehen, bis es ein Garten wird; er pflanzt Laubholz unter dem Schirmdach der Kiefern, und wenn es herangewachsen, um sich selbst zu halten, hofft er den traurigen Schirm niederhauen zu können.

So hat Natur- und Menschenkraft vereinigt gewirkt, um die Wälder am Südrande der Ostsee zu zerstören. Der ungeheure Eichenwald von Samland, mit Sümpfen, Moor und Gesträuch untermischt, einst die Burg der alten Preußen gegen die deutschen Ritter, ist fast ganz verschwunden. Nur an der berühmten Schlucht von Warniken hat man einige uralte Eichen stehen lassen; im Süden ist noch ein mäßiger Forst bei Angerburg, wo die letzten Elenthiere gehalten werden, die auf deutschem Boden vorkommen. Sonst weite Flächen mit einigen Hügeln, vielen Hünengräbern und wenigen Buschpartien. Dafür ist aber auch das Land windig und kalt. Die Ostwinde streichen widerstandlos über die Fläche und sind nachtheiliger geworden, als früher. Auch die Nachtfröste sind stärker und wirken schädlicher. Ein kundiger Landwirth jener Gegenden schrieb unlängst in einer Zeitung darüber; er behauptet, der trockne Wind führe auch die fruchtbaren Luftarten des Bodens mit hinweg, ein Umstand, der gewiß zu beachten ist. In hügeligen Buchenwaldungen entstehen oft Bäche ohne Quellen; unter dem abgefallenen Laube der schattigen gewölbebildenden Kronen sammelt sich Wasser, das nicht aus dem Boden hervordringt und fließt allmählich abwärts. Mit der Abholzung der Hügel hören diese an der Oberfläche liegenden kleinen Riesel gänzlich auf; dafür entstehen im Frühling wilde Schneebäche. Der Wald zieht nicht, wie man gewöhnlich sagt, die Feuchtigkeit an; aber

er spart sie auf und vertheilt sie gleichmäßiger. Wo kalte Winde leicht schädlich wirken, hat der Wald noch einen andern Nutzen. Auf dem Gute Dirschkeim an der Bernsteinküste wurde vor mehr als achtzig Jahren eine kleine Birkenholzung längs dem Strande gepflanzt. Kaum dreißig Schritt breit und einige hundert lang, schützt sie dermaßen die hinter ihr liegenden Aecker vor den Meeresstürmen, daß der Ertrag dieses wärmeren Bodens in keinem Verhältniß steht zu den Aeckern umher, über welche Nord- und Westwinde ungehindert streifen. Selbst dem Auge zeigt es sich. Die geschützten Stellen erscheinen als dunklere Erde, die übrigen heller von der austrocknenden Luft und dem heraufgewehten Seesand.

So an der Küste. Auch die Sandgegenden mehr im Innern leiden stellenweis von der Baumlosigkeit. Die Luft in der Umgegend Berlins würde nicht für gewöhnlich so staubig und trocken sein und so erhitzend wirken, wenn die Feldmarken öfter von Waldungen oder auch nur einzelnen Gebüschen unterbrochen würden. Die Priegnitz hat ganz denselben sandigen Boden, sieht aber viel behaglicher aus, weil man gruppen- oder heckenweise Bäume zwischen den Aeckern stehen ließ. Diese frischen den Boden an, der Regen fließt nicht so schnell ab, die fruchtbaren Nebel werden nicht sofort vom Morgenwiude weggeweht, ohne daß die Sonne gehindert würde, den Boden zu durchwärmen. „Diese alten Rüstern, die ich hier und dort stehen lasse", sagte ein Landwirth, „nähren die Krähen, und die Krähen fressen die Würmer, welche die Saat verzehren." So steht eins mit dem andern im Zusammenhange. In der Zeit der Wenden war die Mark noch voller Wald und Sumpf; der letztere ist glücklicherweise meist verschwunden, alein der erstere ist zu sehr beschränkt worden. Wenn der Umlegung der Wälder immer gleich eine sorgfältige Cultur gefolgt wäre, würde die Wirkung vielleicht weniger ungünstig gewesen sein; So aber ist der fliegende Sand zur Herrschaft gekommen.

Sandhügel sollten überall Wald tragen, damit nicht der Wind den Sand auf die Wiesen und Aecker streuen, oder jeder Regenbach eine Menge desselben weithin fortschwemmen könne.

Feuchte Länder können die Waldlosigkeit viel besser ertragen. Die Niederlande, zum großen Theile einer Gartenanlage vergleichbar — so sorgfältig ist die Benutzung des Bodens — sind grün geblieben, der Boden ist fett, fest und frisch durch Wasser und Meeresluft; dazu kommt noch die günstige Wirkung der merkwürdig milden Winter. Die Reste der alten Waldungen: der Bosch zwischen dem Haag und Scheveningen, der prächtige Soigne-Wald bei Brüssel, werden übrigens sorgfältig gepflegt. In England hat sich der alte Wald in Parks vertheilt; das Land ist nicht trocken geworden, sondern grün und frisch geblieben, weil der Nebel den Boden anfeuchtet, die milden Winter den Graswuchs befördern, und es auch an Laubholzhecken nicht fehlt. Ueberhaupt haben die Länder westlich der Elbe den Vorzug des Laubholzes; die Kiefer der östlichen Gegenden, die wegen des größeren Ertrages gehegt wird, ist viel weniger schattig.

Im Norden erhalten die Wälder besondere Wichtigkeit durch den Schutz gegen die trockenen, kalten Ostwinde, den sie gewähren. Norwegen ist durch seine Gebirge und Wälder, welche die Ostwinde abhalten, dagegen die Westwinde auffangen, begünstigt. Die fetten Niederungen Kleinrußlands würden reich und tragbar werden, wenn man sie durch große Wälder schützen könnte gegen die Winde aus Sibirien und Hochasien; doch sind die Versuche der Gouverneure, besonders Woronzows, meistens gescheitert, in den Steppen Rußlands Wälder anzupflanzen, und da wo auch der Stein fehlt, geschützte Tiefen für die Saaten zu erzielen, in denen Feuchtigkeit sich sammelt, die dem ausdörrenden Sonnenbrand widerstehe. Die viel tausendjährige Steppennatur ließ den Baumwuchs nicht aufkommen. Gewürm, Vögel, Wild fraßen die Sprößlinge, das

üppige Gras erdrückte ihn; die Wirbelwinde rissen endlich die glücklicheren Bäumchen aus.

Auf Gebirgen kann der Wald noch eine besondere Bedeutung haben. In einzelnen Cantonen der Schweiz stand Todesstrafe darauf, wer einen Baum in gewissen Wäldern fällte: Wälder waren die Schirmwand gegen die Lawinen. Hier und da sieht man auch noch einen geschlossenen Tannenwald, der den Fortschritt eines Gletschers hemmt; er ist dies aber nicht mehr im Stande, sondern wird geknickt und zerbrochen, sobald Oeffnungen in demselben entstehen.

Gehen wir hinüber in die neue Welt, wo ungeheuere Wälder unter der Hand des Menschen gesunken sind und noch fortwährend sinken, so werden wir hier sehen, daß die Entwaldung bald ungünstig, bald bis zu einem gewissen Grade noch günstig wirken kann. Zur Zeit ihrer Entdeckung waren alle Antillen mit den schönsten Wäldern bewachsen, welche jetzt nur noch auf den größeren zu finden sind. Diese sind daher auch bei weitem die fruchtbarsten und wasserreichsten; die kleineren hingegen, z. B. Barbados, auf denen man die Wälder unbesonnener Weise ausgerottet hat, leiden an Dürre und besitzen zum Theil weder Quellen noch Bäche, so daß man selbst das Trinkwasser von anderen Inseln holen muß. Ueberhaupt haben die westindischen Inseln jetzt schon großen Mangel an Brennmaterial, so daß auf Cuba die Zuckerpfannen mit Orangenholz geheizt werden.

Ein großer Theil von Nordamerika war früher ein durchaus bewaldetes Land. Es scheint nun allerdings, daß das Klima seit hundert Jahren etwas wärmer geworden ist, wenigstens werden die Klagen über die rauhen Winter nicht mehr in dem Maße gehört, wie früher.

Wenn die Waldungen der gemäßigten Zonen leicht der Menschenhand erliegen, so ist dies in fruchtbaren Tropen-

gegenden viel weniger der Fall. Die Urwälder des mittäglichen Amerika widerstehen dem Menschen weit kräftiger, als die des nördlichen. Sowohl durch das Feuer, als durch das Beil, lassen sie sich nur langsam ausrotten; ihre Baumstämme haben oft 8—10 Fuß Durchmesser, das Holz ist außerordentlich hart, die Stämme stützen sich im Fallen gegen einander, der fast täglich wiederkehrende, wenigstens einen großen Theil des Jahres regelmäßig zu gewissen Stunden eintretende Regen über den Wäldern macht jene ungemein feucht und saftig, und das Holz kommt kaum zum Brennen. Das Alles läßt nicht vermuthen, daß dort der Mensch gegen die wuchernde Naturkraft leicht Herr werden könne; überdies haben die Muskitos jener Waldgegenden wenig Einladendes für den Colonisten, so reich die Natur auch ist.

Noch bleibt uns übrig, den localen Einfluß der Waldung oder Baumlosigkeit oder der Austrocknung und Bebauung sumpfiger Flächen an einzelnen Beispielen zu betrachten, nachdem wir gesehen haben, wo der Mensch vorzugsweise seine Herrschaft geltend gemacht hat. Es genügt hierbei, die Thatsachen einfach zu erzählen, da sie durch sich selbst sprechen. Humboldt erzählt bei Beschreibung der Reise durch den östlichen Theil der Llanos von Venezuela: Am dritten Tage trafen wir in den Caraiben-Missionen von Cari ein. Der Boden fand sich hier weniger durch Trockniß zerspalten, als in den Ebenen von Calabazo. Etliche Regengüsse hatten die Gewächse erfrischt. Kleine Grasarten, vorzüglich aber krautartige Mimosen, die zur Mästung des halbwilden Viehes vorzüglich nutzbar sind, bildeten einen dichten Rasen. In bedeutsamen Entfernungen von einander hoben einzelne Stämme sich hervor von der Fächerpalme, die Rhopala, und die Malpighia mit lederartigen glänzenden Blättern. Die feuchten Stellen sind von weitem her kennbar durch ihre Gruppen der Mauritia, welche der hierländische Sagobaum ist. Er fand sich in dieser Jahreszeit (Mitte Juli) mit ungeheuren Zweigen rother Früchte beladen, die wie Tannzapfen aus-

sahen. Unsere Affen waren sehr lecker darnach, und das gelbe Fleisch dieser Früchte hatte den Geschmack von überreifen Aepfeln. Zwischen dem Gepäcke, womit unsere Maulthiere beladen waren, strengten diese Affen sich mächtig an, um die über ihren Häuptern hängenden Palmzweige zu erreichen. Die Ebene war, vermöge der Luftspiegelung, wellenförmig, und als wir nach einer Stunde Weges jene Palmstämme erreicht hatten, die den am Horizont sichtbaren Mastbäumen gleichen, nahmen wir mit Erstaunen wahr, wie mancherlei Dinge an das Dasein einer Pflanze geknüpft sind. Die Winde, vom Laubwerk und den Zweigen in ihrer schnellen Bewegung gehemmt, häufen Sand um den Stamm heran. Der Geruch der Früchte und das Grün der Blätter locken die Zugvögel, welche sich auf den Zweigen des Palmbaumes gerne wiegen mögen, von ferne herbei. Ein sanftes Rauschen ertönt umher. Von Hitze erschöpft und an die dumpfe Stille der Steppe gewöhnt, wähnt man von jeder Bewegung des Laubes Kühlung zu verspüren. Untersucht man den Boden auf der dem Winde entgegengesetzten Seite, so zeigt er sich lange nach Ablauf der Regenzeit noch feucht. Insecten und Würmer, sonst überall eine seltene Erscheinung in den Llanos, sammeln und vervielfältigen sich daselbst. So geschieht, daß ein einzelner, zuweilen verkrüppelter Baum, der in Mitte der Wälder des Orinoco von Reisenden unbeachtet geblieben wäre, in der Wüste Leben um sich her verbreitet.

Möglich ist es, daß der schneidende Gegensatz zwischen den undurchdringlichen Wäldern von Guiana und den mit Graswuchs bedeckten Llanos einmal verschwindet oder wenigstens gemildert wird; aber es wird sehr lange Zeit darüber vergehen. Wären die Llanos so massenreich, wie die nordamerikanischen Savannen, so möchten sie sich leichter in fruchtbares Land verwandeln. Einzelne Theile, die durch Ueberschwemmungen Schlamm oder durch Bäume eine Laubdecke erhalten, sind des Anbaues fähig; andere dagegen, wo das Wasser die dünne Bodenschicht vollends hinweg gerissen hat

und Bäume oder Sträuche fehlen, oder wo die Rasenschicht den Boden erschöpft hat, werden wahrscheinlich öde bleiben, falls nicht die Cultur ihnen von allen Seiten naht. Vereinzelte Pflanzungen sind auf den Weiden auch bereits vorhanden, wo fließendes Wasser oder Büsche der Mauritia-Palme sich vorgefunden hatten. Diese Maiereien, um welche her Mais gesäet und Manioc gepflanzt wird, mögen sich, wenn die Vermehrung von Bäumen und Sträuchen gelingt, bedeutend ausdehnen. „Verschiedene in den amerikanischen Steppen angesiedelte Landbauern haben wahrgenommen, daß Haiden, die von angebautem und beholztem Land umgeben sind, der Urbarmachung geringeren Widerstand leisten, als ödes Land von gleicher Ausdehnung, das aber einer weitläuftigen Oberfläche von gleichartiger Beschaffenheit angehört." Diese Wahrnehmung bewährt sich gleichmäßig, mag der umzingelte Theil, wie in Europa, mit Haiden oder Cistrosen, oder mit Cactus, Argemone und Brathys bewachsen sein, wie im mittäglichen Amerika. Je einen größeren Raum die gesellig lebenden Pflanzen einnehmen, desto mehr Widerstand setzen sie der Cultur entgegen. Dieser Widerstand wird bei den Llanos noch durch die erschöpfende Wirkung kleiner Grasarten und die Hitze der Sandwinde vermehrt. Doch zeigen die Fortschritte, welche die Baum und Pflanzencultur in der Umgebung mehrerer Städte gemacht hat, daß man die Steppe theilweis bändigen könne, wenn man sie in kleinen Partien durch Schläge und Wässerungscanäle abtheilt und allmählich ergreift; vielleicht gelänge es, sagt Humboldt, den Einfluß der den Boden verödenden Winde zu mindern, wenn im Großen bei 15 oder 20 Morgen Landes mit Psidium, Croton, Cassia oder Tamarisken, welche dürre und offene Standorte lieben, angesäet würden.

Natürlich müßte eine in's Große gehende Umwandlung auch im Klima Veränderungen hervorbringen. Boussingault erzählt aus Südamerika einen interessanten Fall. Im Walde wurde eine Stelle gelichtet. Die Quellen in der Nähe der

Ansiedelung versiegten. Während der langen Kämpfe, welche die Unabhängigkeit der spanischen Provinzen in Südamerika zur Folge hatten, wurde die Colonie verlassen, der Urwald stellte sich wieder her und mit dem häufiger gewordenen Regen ist auch der alte Wasserreichthum wiedergekehrt. Aehnliches kennt man aus Europa. In verschiedenen Gegenden Pommerns ist ein Minderertrag der Aecker nachweisbar, seitdem die kleinen Seen und Tümpel versiegten; sie versiegten aber, seitdem man die darum stehenden Bäume und Büsche ausgerottet hatte. Im Unterharz ist aus gleichen Ursachen mehreren Weizenäckern die Kraft ausgegangen.

Ein letztes einzelnes Beispiel, welches die Kette der Erscheinungen: Bodenbeschaffenheit, Klima, Pflanzenwuchs, Thierwelt — recht deutlich darstellt. In Irland wurde ein Torfmeer entwässert. Mit ihm schwanden auch die Becassinen, dagegen fanden sich auf den Wiesen das Rebhuhn und die Wachtel und am Felsenbach der Wasserstaar ein. Als die Weiden herangewachsen waren, zog im Herbst der Eisvogel an den Bach. Nachdem die Ufer des Teiches bewachsen waren, stellte sich das grünfüßige Wasserhuhn ein, mit ihm der Reiher, die weiße und graue Bachstelze; gelegentlich erschienen die gemeine wilde und die Kriekente. So wie der Frost eintrat, zog die Schnepfe an die Stelle, wo der Bach in den Teich mündete und offen blieb, und Wasserpieper begleiteten sie. Im Sommer jagten Mehl-, Rauch-, Ufer- und Thurmschwalben über'm Teiche nach Insecten, im Rohr zwitscherten Rohrsänger und Weidenzeisige, während im Winter der Bergzeisig Erlensamen suchte, auf den Lerchenbäumen Meisenarten und das Goldhähnchen, zwischen den Wurzeln der Zaunkönig und die Braunelle hüpften, auf dem Kirschlorbeer im Frühling der Grünfink, in der rauheren Jahreszeit Hänflinge ihr Nachtquartier aufschlugen, nachdem sie sich zuvor jedesmal auf den hohen Pappeln versammelt und ein lautes Gezwitscher erhoben hatten.

Wenn örtliche Einwirkungen auf das Klima nicht geleugnet werden können, so entsteht die Frage, ob sie über ganze Länder und für das ganze Jahr hin sichtbar sind. Die Windmüller haben beobachtet, daß der von benachbarten Bergen kommende Nachtwind sich änderte oder aufhörte, wenn die Wälder derselben niedergehauen waren: könnte die Entwaldung eines Landes auch die Windesrichtung über demselben gänzlich ändern? Quellen, die aus Hügelwäldern kommen, vermindern sich oder vertrocknen, wenn die Hügel blosgelegt werden, und der Frühling oder jedes Regenwetter bringt dann heftige Gießbäche, während sich sonst die Feuchtigkeit auf längere Zeit vertheilte; ja, es ist wahrscheinlich, daß die in der Gegenwart an mehreren deutschen Strömen, z. B. an der Oder, häufiger werdenden Ueberschwemmungen von der Entwaldung der von ihnen durchflossenen Länder herrühren — könnte aber auch die jährliche Regenmenge ganzer Länder durch den Menschen verändert werden? Einzelne Landstriche erhalten durch Austrocknung der Sümpfe einen wärmeren Sommer: hat sich vielleicht durch die Cultur die mittlere Jahreswärme großer Länder erhöht oder erniedrigt?

Hier nun kommen wir zu dem Resultat, daß Aenderungen im Großen schwer nachzuweisen sind und an manchen Orten, wo man sie behauptet hat, gar nicht stattgefunden haben. Der Mensch kann die Vertheilung der Feuchtigkeit oder Wärme wohl etwas ändern; allein die Länder stehen im Großen unter dem Einfluß der Sonnenhöhe, Meeresnähe, Bodenhöhe und unter der Einwirkung der über große Theile der Erde hinstreichenden feuchten oder trockenen Winde, und darum erleidet ihre Gesammtwärme oder ihr Gesammtregen keine auffallende Veränderungen. Ein Land, das jetzt öfter überschwemmt wird, im Frühling hohen, im Sommer sehr niedrigen Wasserstand hat, während früher die Flüsse gleichmäßiger blieben, gleicht einem Kranken, der die ihm anordnende Medizin nicht allmählich wäh-

rend einer Woche, sondern gleich auf einmal einnimmt. Es ist für den Kranken und für das Land schädlich. Aber eine Erhöhung der Gesammttemperatur auch nur um einen Grad würde blos die Folge einer gänzlichen Umgestaltung oder Verschiebung des Landes sein können. Wir haben bereits früher gesehen, daß die Temperatur des Erdganzen sich seit 2000 Jahren höchstens um etwas ganz Unmerkliches vermindert haben kann. Dieser Schluß war aus Berechnungen gezogen. Scheint die Erfahrung auch damit nicht übereinzustimmen, bei genauerem Zusehen kommen wir doch auf dasselbe Resultat.

Man hört alte Leute oft sagen: In meiner Jugend waren die Sommer viel heißer und die Winter viel kälter. Zuweilen behaupten sie auch das Umgekehrte; es ist eben eine allgemeine Meinung, daß die Welt schlechter werde. Die Schwärmer für das, was man „Cultur" nennt, glauben umgekehrt, daß Alles mit Riesenschritten einer überschwänglichen Vollkommenheit entgegengehe. Der geistvolle Oersted hat dagegen in einem kleinen Kalenderartikel nachgewiesen, daß die Klagen über zunehmende Kränklichkeit der Menschen, kürzere Dauer des Lebens, Verschlechterung des Klimas nordischer Länder 2c., nicht blos übertrieben, sondern, so weit unser Blick über geschichtliche Zeiten reicht, ganz ungerechtfertigt sind. Schon vor zwei- und dreitausend Jahren versicherten alte Leute, die Menschen wären nicht mehr so stark, gesund und rechtschaffen, wie in ihren jungen Tagen. Was für ein Jammerthal müßte die Erde geworden sein, wenn von einem Geschlecht zum andern wirklich Alles immer schlimmer geworden wäre! Vergleicht man z. B. ägyptische Mumien aber mit jetzigen Aegyptern, so sieht man nichts von einem Kleinerwerden der Menschen, und vergleicht man alte Kirchenbücher mit unseren jetzigen, so zeigt sich sogar etwas Unerwartetes: die Sterblichkeit ist geringer, d. h. die Menschen leben länger, weil die Reinlichkeit gewachsen, die Ernährung besser ist und die Arzneikunst Fortschritte gemacht hat.

Wollen wir zur Gewißheit kommen, ob ein Land im Laufe der geschichtlichen Zeit wärmer oder kälter geworden sei, so müssen wir uns an die Erscheinungen in der Pflanzenwelt halten. So biegsam die Natur der Pflanzen zu sein scheint, so starr ist sie doch; die Pflanzen aclimatisiren sich nicht, sondern sie erfrieren. Dieser Thermometer ist also zuverlässig.

Palästina gibt uns hier nach Schows Beobachtung ein merkwürdiges Beispiel an die Hand. Um ihre Früchte zur Reife zu bringen, erfordert die Dattelpalme 17° R. als mittlere Temperatur. Sie wächst noch in Palermo bei 13½°, auch bei Genua bei 12½°, aber ihre Früchte reifen nicht. Zu Catanea sind die Datteln bei einer mittleren Temperatur von nahe 15° R. nicht genießbar; südlich von Algier dagegen bei 17° R. kommen sie vollkommen zur Reife und weiter im Innern des Landes gedeihen sie noch besser. Ist dies die niedrigste Mittelwärme für die Datteln, so ist 18° R. die höchste für das volle Gedeihen der Weintraube. Der Weinstock hat seine südlichste Grenze auf der Insel Ferro bei der angegebenen Temperatur, auch bei Cairo hat man noch Weinlauben, in Abushehen in Persien aber, wo die mittlere Temperatur 20° R. beträgt, kann der Weinstock blos in Gräben, oder wo er gegen die unmittelbare Einwirkung der Sonnenstrahlen geschützt ist, gezogen werden. Aus diesen Beobachtungen geht hervor, daß ein Land, das zwischen 17 und 18° R. als mittlere Temperatur hat, Datteln und Weintrauben vereint hervorbringen wird, und so lange dies geschieht, kann das Klima sich nicht bedeutend und im Großen verändert haben, mögen auch einzelne Landstriche dürr und verödet geworden sein. Beides trifft bei Palästina zusammen. Die Stadt Jericho wurde Stadt der Palmen genannt; die Bibel spricht von den Palmenbäumen der Deborah zwischen Rama und Bethel und von jenen, welche längs dem Jordan standen. Die Juden aßen die Datteln, dorrten sie ab, bereiteten auch eine Art Honig und einen gegohrnen Saft

aus denselben. Die hebräischen Münzen weisen deutlich Palmen mit Früchten bedeckt. Ebenso wenig fehlt es uns an Nachrichten über den Weinstock. Er wurde gezogen, nicht nur um die Trauben zu essen, sondern auch um Wein zu erzeugen. Jedermann erinnert sich der großen Weintraube, welche die Kundschafter Josua und Kaleb aus Kanaan brachten. An vielen Stellen der Bibel ist die Rede von Weinbergen, auch von Weingärten im Thal Engaddi, und sowohl in der Bibel, als bei Strabo und Diodor, den alten Geographen, werden die Weinberge von Juda gerühmt. Auf den hebräischen Münzen kommt die Weintraube gleich der Dattelpalme als Sinnbild vor. — Datteln und Weintrauben gedeihen noch heut vereint in Palästina. Auf dem fruchtbaren Küstenstrich, der nördlich bis zum Vorgebirge Karmel reicht, trägt in den südlichsten Gegenden die Dattelpalme noch reife Früchte. Weiter nordwärts kommen Südfrüchte und Getraide. Auf den Bergterrassen wird der Weinstock gepflegt; in Judäa sind Wein und Oel die Hauptproducte, und die Trauben, die im Garten des Sinaiklosters gezogen werden, setzen den Reisenden durch ihre Größe und Schönheit in Erstaunen.

Aus alle dem erkennen wir, daß das Klima Palästinas seit 3300 Jahren keine merkliche allgemeine Aenderung erfahren hat, und daß die mittlere Jahreswärme für früher, wie für jetzt auf 17—18° R. unbedenklich angenommen werden kann. Die Balsambäume des Tiefthales am todten Meere und der Anbau von Dattelpalmen, Zuckerrohr und Bananen zeigen, daß die Wärme nicht darunter sinken, der Getraidebau wiederum deutet an, daß sie nicht viel darüber steigen kann. Doch ist das Getraide zu Grenzbestimmungen nicht sehr tauglich und wir bedürfen es hier auch nicht dazu. Sicherer lehrt uns die Erntezeit das allgemeine Klima. Die Juden feierten ehemals das Laubhüttenfest oder die Weinlese Anfangs October. Heut zu Tage werden die Trauben in der Umgegend von Jerusalem ebenfalls Ende September oder zu Anfang October abgenommen. Vor Alters fiel die Schnittzeit

in Palästina zwischen Mitte April und Ende Mai. Neuere Reisende haben in dem mittäglichen Theile dieses Landes die Gerste um den halben April schon ganz gelb angetroffen; um Acre war sie erst am 13. Mai reif. Zur Vergleichung diene, daß in Aegypten, wo die Temperatur viel höher steht, die Gerste Ende April oder zu Anfang Mai geschnitten wird.

Wir kehren nach Europa zurück. Hier haben die Nachrichten über strenge Winter, welche uns in Chroniken &c. häufig überliefert sind, die Meinung hervorgebracht, es sei ehemals auffallend kälter gewesen. Aber man muß nicht vergessen, daß unsere Vorfahren eben nur das Auffallende erzählen und daß strenge Winter auch in neuester Zeit vorgekommen sind, wobei man nur an 1812 und 1855 erinnern darf. Die Donau, der Rhein, die Flüsse in Gallien waren in römischen Zeiten zuweilen fest gefroren; Herodian sagt uns von Soldaten, welche, anstatt mit Krügen zum Wasserholen an die Ufer des Rheines zu gehen, sich mit Hauen bewaffneten und Stücke Eis abhackten, welche sie ins Lager trugen. Das hätte aber auch in allen folgenden Jahrhunderten geschehen können; und daß ein italienischer Autor die nordischen Gegenden jederzeit recht kalt schilderte, versteht sich von selbst, wir machen es im Grunde mit unsern Uebertreibungen von der Hitze der Tropengegenden und der Kälte des europäischen Nordens nicht viel besser. Arago hat ein Verzeichniß geliefert von Beispielen aus späterer Zeit über das Gefrieren der Donau, des Rheins, der Rhone, des Po, des adriatischen und selbst des mittelländischen Meeres. 860 gefroren das adriatische Meer und die Rhone. Das vollständige Zufrieren der Rhone in der Provence scheint aber mindestens eine Kälte von 15° R. zu erfordern. Im Golf von Venedig entstand in dem kalten Jahre 1709 eine Eisdecke, als das Thermometer in der Stadt auf —16° R. gefallen war. Das Frieren der Rhone kehrt 1133, 1216, 1234, 1302, 1305, 1323, 1334, 1364, 1460, 1565, 1568, 1570—71, 1603, ebenso in neueren Zeiten wieder. Der Po war 1133, 1216, 1234, 1594, 1709 und in andern Jahren

gefroren. Bei der Donau ist ein vollständiges Gefrieren eben so wenig selten; 1408, in dem Jahre, da das Eis ohne Unterbrechung von Norwegen bis Dänemark reichte, war sie in ihrer ganzen Länge gefroren. Für den oberen Theil derselben braucht es keiner Beispiele. Daß es im Alterthum und im Mittelalter oft sehr kalt gewesen, wird überhaupt nicht bezweifelt, wir bestreiten blos, daß jene Fälle auf ein ungemein kaltes früheres Klima schließen ließen. 1594 gefror das Meer bei Marseille und Venedig; von 1621—22 war die venetianische Flotte in den Lagunen eingefroren; 1658 setzte König Karl der Zehnte von Schweden mit seiner ganzen Armee, seiner Artillerie und der Bagage über den kleinen Belt; 1709 waren das adriatische und das Mittelmeer bei Genua und Marseille gefroren; 1716 gefror die Themse bei London, man errichtete eine Menge Buden auf dem Eise, wie man es sonst wohl auf der Newa in Petersburg thut; 1726 fuhr man auf Schlitten von Kopenhagen nach Schweden. Daß einigemal auch die Flüsse in Calabrien gefroren, ist kein Beweis einer ehemals größeren Kälte. Ungewöhnliche Kälte kommt auf Tage und Wochen zuweilen selbst in noch wärmeren Ländern vor. Man weiß, daß in Afrika das Wasser in den Schläuchen des Capitän Clapperton über Nacht gefror, und zwar in der Nähe von Murzuk in einer Ebene, welche wenig über die Meeresfläche erhaben ist. Abd-Allatif berichtet, daß im Jahre 829, als der Patriarch der Jakobiten zu Antiochien mit dem Kalifen Mamoun nach Aegypten ging, sie den Nil zugefroren fanden. Sehr kalte Nächte sind in warmen Ländern nichts Unerhörtes. Bruce verlor auf seiner Reise durch die Wüste in einer Nacht alle Kameele, da der Temperaturunterschied in 24 Stunden 30 Grad betrug. Daß Süd-Italien nicht kälter gewesen, geht schon daraus hervor, daß die Zwergpalme auch vor Alters große Strecken in Calabrien bedeckte. Diese Palme erträgt zwar einzelne zufällige Fröste, aber keine strengen Kältegrade von langer Dauer. In Frankreich liefert der Oelbaum einen Beweis, daß die Kälte

ehemals nicht merklich größer gewesen sein kann. Er gedeiht nicht nördlich über die Cevennen hinaus; bis dahin aber fand man ihn auch vor 1800 Jahren, wie wir in dem Buche des damals lebenden Geographen Strabo lesen.

Für jetzt steht fest, daß große Länder vor Alters nicht merklich kälter waren, als jetzt: Doch vielleicht waren sie wärmer? Auch dies ist mannigfaltig behauptet worden, und man hat viele Beweise dafür aufgesucht. Betrachten wir zunächst einige uns nahe gelegene Länder. In Frankreich sind Urkunden vorhanden, aus denen hervorgeht, daß vor zwei- oder dreihundert Jahren Wein an Orten gebaut worden ist, die heut keinen lohnenden Ertrag mehr liefern, oder daß Wein an solchen Orten gut war, wo er heut schlecht gefunden wird. Allein daraus ist durchaus nicht zu schließen, es seien dort die Sommer früher heißer gewesen. Man war in alten Zeiten in Beurtheilung des Weines weniger streng, als jetzt; die Cultur und Pflege des Weines haben große Fortschritte gemacht, man hat die günstigsten Stellen aufgesucht und den Weinbau an weniger günstigen Orten aufgegeben. Wenn also der Weinbau in einer Gegend verschwunden ist, während er in einer andern zur Herrschaft kommt, so ist noch nicht zu folgern, es sei dort merklich kälter und hier wärmer geworden. Auch die frühere oder spätere Weinlese entscheidet nicht. In Würtemberg z. B. beginnt man jetzt statt eines spät reifenden italienischen Weines einen um etwa 10 Tage früher reifenden zu ziehen, weil der Ertrag des letzteren hier sicherer ist, ohne daß von einer Klimaänderung die Rede sein könnte. Eine Klimaverschlechterung kann ferner auch nicht aus gewissen päpstlichen Privilegien für Klöster gefolgert werden. Diese Urkunden gestatten Klöstern den Weinbau, obwohl das Klima des Landes gar nicht dazu angethan war, weil jenes Privilegium zu den gewöhnlichen Vorrechten gehörte. Aehnliches war schon früher vorgekommen; als Kaiser Probus den Spaniern und Galliern erlaubte, Weinberge anzulegen, gewährte er dieselbe Gunst auch den Bewohnern Englands,

die gar keinen Gebrauch davon machen konnten; die englischen Weinberge oder die Weingärten nördlich gelegener Klöster haben eben nur als Privilegium und nicht in Wirklichkeit existirt. Wenn man von früherem Weinbau in nördlichen Gegenden hört, so sind es blose Versuche gewesen, und man hat bald genug darauf verzichtet. Die deutschen Ritter, welche gern tranken, dabei aber nicht sehr wählerisch waren, haben in Ost- und Westpreußen, sogar in Kurland Weinberge angelegt. Nun liegt zwar Preußen außerhalb des Rebengürtels, aber in günstigen Jahren wurden doch reichlich Trauben erzeugt. Sie müssen jedoch nicht sehr süß gewesen sein, denn der Chronikenschreiber Lucas David berichtet über das Jahr 1363 als über ein besonders gutes mit folgenden Worten: „Doch in dieser ernsten Strafe vergaß Gott nicht seiner milden Barmherzigkeit, denn obwohl großer Hunger wegen Mangel des Getraides in Preußen vorhanden, dennoch that Gott mit andern Gewächsen als Wein und Honig seinen Zorn gnädiglich stillen. Denn weil der Sommer das Jahr über eine ziemlich warme Zeit gab, der Herbst auch gar mit schönem warmen Wetter leuchtete, des Weines in Preußen, der sonst fast säuerlich pflegt zu sein, im selben Herbst fast milder über seine gewöhnliche Art und sehr viel ward." Der Weinbau Preußens hat im fünfzehnten Jahrhundert wieder abgenommen und ist später verschwunden, zum großen Vortheil des Landes, welchem Getraide größeren Ertrag gibt, als Wein. Man mag zugeben, und wir haben bereits angeführt, daß die Entwaldung einzelner Landstriche den kalten Winden freien Spielraum gegeben hat; im Ganzen jedoch ist Preußen früher gewiß nicht wärmer gewesen als jetzt. Man kennt aus jedem Jahrhundert einzelne schöne, besonders warme Sommer. Hätte in den Weinjahren 1811, 1819 oder 1823 der preußische Weinbau noch bestanden, so würde in den Witterungs- und Wirthschaftsberichten vielleicht Aehnliches zu lesen gewesen sein, wie in jener Chronik, nämlich von einem Wein, der etwas weniger säuerlich gewesen.

In Nordamerika wird man, wenn man ein oder mehrere Jahrhunderte lang Beobachtungen gemacht hat und dann Vergleichungen zu halten vermag, von einer Klimaänderung sprechen können, da die Entwaldung vieler Tausende von Quadratmeilen nicht ohne Folgen sein kann. Es ist zu vermuthen, daß die Wärme der Sommer zunehme, auch spricht man bereits davon, die Winter seien milder geworden. Hier tritt jedoch wieder die Wirkung der Winde dazwischen, die über ein entblöstes Land freier dahin gehen; es wird bemerkt, daß die Ostwinde an der Ostküste häufiger geworden seien und tiefer in das Land eindringen.

Wir haben bis jetzt partielle Klimaänderungen zugegeben, ohne jedoch große Wärmeveränderungen ganzer Länder nachweisen zu können. Wie aber steht es nun mit Grönland und Island, bei denen entweder der Name oder die Geschichte von einem ehemals bedeutend wärmeren Klima spricht? Wir werden richtig darüber urtheilen können, wenn wir die Entdeckungsgeschichte dieser Länder uns vergegenwärtigen. Die Normannen, welche vom achten bis zehnten Jahrhundert und noch länger hin die nordischen Meere beherrschten und erforschten, hatten nicht dieselben Vorurtheile gegen das nordische Klima, wie wir sie haben, und die Namen, welche sie den von ihnen entdeckten oder zuerst besuchten Ländern zu geben pflegten, waren in der Regel anfangs sehr freundliche. Als sie im Jahre 861 eine Gruppe von 22 Inseln entdeckten, brachten sie Schafe dahin, welche ohne Stallfütterung überwintern konnten. Die Inseln waren ganz unbevölkert und sie nannten dieselben „Far-öer" (Schafinseln). Die später von ihnen gefundenen 46 Schettlands-Inseln wurden von ihnen Felsland genannt; sie zeichneten sich damals wie heute nur durch gute Häringsfischerei aus. Die 30 Orkaden oder Orkneys waren den Römern nur im Allgemeinen bekannt gewesen; die Normannen erschlugen die Einwohner. Auch die Hebriden, deren Name noch von den Römern herstammt, wurden 893 von den Normannen entdeckt und Sommer-Inseln genannt. Am wichtigsten wurde die Entdeckung von Island;

Nadod, ein Norweger, wurde durch Sturm dahin verschlagen, 874, und nannte es das Schneeland. Er kehrte zurück, und als dann Andere dahin gingen, fanden sie auf der Südseite gutes Weideland, auch kleine Wälder, weshalb sie der Insel den Namen „das gute Land" gaben. Der nächste Besucher blieb einen Winter an der Südwestküste. Er sah viel Eis und nannte die Insel Eisland, Island, ein Name, der dann geblieben ist. Island war ohne Bevölkerung, nur an einigen Küstenpunkten fand man Spuren früherer Landungen, die vielleicht von irländischen Schiffern herrührten. Bald aber wurde die Insel der Schauplatz eines höchst merkwürdigen Culturstaates; die damals in Norwegen durch Harald Schönhaar beginnende Tyrannei, die noch dazu auch in Dänemark bald nachgeahmt wurde, trieb viele sehr gebildete, selbst fürstliche Familien nach dem neuentdeckten Lande. Die Ansiedler gewannen ihre neue Heimath sehr lieb, durch gute Einrichtungen, eigne Bildung und lebhaften Verkehr wußten sie ihr Land zu verschönern, und Poesie, Geschichte, Gesetzgebung, Handel und Schifffahrt haben lange Zeit am Polarkreis geblüht, während das übrige Europa im Zustande der Verwilderung lag; ein Beweis, daß das Klima den Geist des Menschen nicht besiegt. Die Isländer erhielten sich vornehmlich auch in der Meisterschaft der Schifffahrt. Ihre Schiffe waren nicht flach und klein, sondern hatten große Verdecke wie Burgen oder Festungen. Der Nordocean, voller Scheeren und Klippen und oft sehr stürmisch, erfordert große Gewandtheit, aber trotz Nebel und langen Nächten gingen die Isländer auch auf das offene Meer, selbst nach unbekannten Gegenden. Einst hatte sich auf Island die Nachricht verbreitet, daß ein gewisser Gunbiöre im Nordwesten Land gesehen habe. Erik Raude (Rothhaar), ein reicher Gutsherr aus fürstlichem Geschlecht, hatte damals seinen Nachbar erschlagen und wurde dafür auf drei Jahre verbannt. Die Verbannung aber benutzte man gewöhnlich, um auf Abenteuer auszugehen. So kam Erik an Eisschollen vorüber in eine Bucht, die Eriksbucht. Er

blieb zwei Winter dort und lobte bei seiner Zurückkunft das Land, um Ansiedler anzulocken. Er nannte es grünes Land, erzählte auch von Gehölzen und reichen Fischereien, und da die letzteren noch da sind, auch Wiesengegenden nicht fehlen, so haben wir auch keinen Grund, die Angabe über die kleinen Waldungen zu bezweifeln. Die Entdeckung geschah 983. Schon 986 gingen 35 Schiffe aus Island, mit Vieh und andern Gegenständen beladen, hinüber; aber nur 14 Schiffe kamen glücklich an. Der neubewohnte Landstrich um die Eriksbucht wurde sonst im Osten gesucht, liegt aber im Süden. Natürlich war es, daß die Wälder bald verloren gingen, weil sie sich in ungünstigen Gegenden, bei langen Wintern, heftigen Stürmen, kurzen heißen Sommern mit wenig Regen nicht gut erneuern können. Der von Eis und Schnee umhüllte Osten muß indeß auch damals schon unwirthlich gewesen sein; in dem vor 5 bis 6 Jahrhunderten in Norwegen verfaßten Königsspiegel wird Grönlands Eis und Schnee fast wie jetzt beschrieben. Es war der Süden und Westen, der sich allmählich bevölkerte. Um das Jahr 1000 nahmen die normannischen Grönländer das Christenthum an und 1124 war die Zahl der Nachkommen und Zugewanderten groß genug zu einem Drittheil einer dänischen Diöcese. Im dreizehnten Jahrhundert waren 19 Baien bewohnt, es gab 16 Kirchsprengel, 2 Klöster und einen Bischofsitz. Die Zahl der Orte stieg auf etwa 100 Dörfer und Weiler und 2 Städte. Fischfang und Pelzhandel nährten die Einwohner, Treibholz diente ihnen zum Bauen und zur Heizung. So wird eine Folge von 17 Bischöfen aufgezählt; merkwürdig ist in dieser Zeit auch noch die um das Jahr 1376 erwähnte erste Ueberkunft der jetzigen Grönländer oder Eskimos aus dem südlicher gelegenen Lande Labrador, welches sie wahrscheinlich wegen des Andringens der andern amerikanischen Stämme verlassen mußten. Mit dem Ende des 14ten Jahrhunderts aber ist die Normannencolonie auf Grönland wieder gänzlich verschollen. Vorher war jährlich an den Papst der sogenannte Peters-

pfennig bezahlt worden, und bestand aus 2600 Pfund Wallroßzähnen, die den Werth von Elfenbein hatten. Diese Zahlung sowohl wie alle Nachrichten hören jetzt auf. Man sucht die Ursache dieses Verschwindens in mehreren Umständen. Der Wechsel der polaren Eismassen hatte die Ueberfahrt erschwert; der Bischof Andrew, aus Drontheim kommend, konnte nicht landen, weil Alles von Eis umgeben war. Die Umlagerung der Ostküsten von Grönland dauerte in solch übermäßiger Weise bis 1814, wo ein ungeheures Eistreiben entstand, in Folge dessen die Eisberge 10 Grad südlicher gingen, als gewöhnlich, bis zum 40sten statt nur bis zum 50sten Grade. Auch fallen in jene Zeit, zu Anfang des 15ten Jahrhunderts, die politischen Verwickelungen des Nordens; die neuen Herrscher hatten weniger Interesse für das entfernte Land. Große Mißjahre trafen über den ganzen Norden, Hungersnoth und die unter dem Namen: „der schwarze Tod" bekannte Pest. Gewiß ist nur, daß das norwegische Pflanzvolk während jener dunkeln Zeit verschwunden ist. Als im Jahre 1576 die Westküste von Grönland durch englische Schiffer wieder entdeckt wurde, fand man nur Eskimos da. Doch blieb das Land unerforscht bis zum Jahre 1721, wo der Prediger Hans Egede mit seiner Familie nach Grönland ging. Er fand an der Westküste ebenfalls keine Normannen, sondern nur Trümmer, einige hundert längst verlassene Steinhäuser. Die an ihrer Stelle wohnenden Eskimos, die später zum Christenthum bekehrt wurden, wußten nichts von der Vergangenheit zu erzählen. An den Ostküsten wurden ebenfalls nur einige Fischerhaken gefunden, aber es ist nicht gewiß, ob sie von den Normannen herstammen.

Wir sehen, daß alle Zeichen dafür sprechen, den Norden in früheren Jahrhunderten nicht für wärmer zu halten, als jetzt. Wir finden es bestätigt, wenn wir die Nachrichten über die Entdeckung Nordamerikas durch die Normannen mit dem später gefundenen Zustande jener Länder vergleichen. Ein gewisser Biöre, der von Island aus seinen Vater in Grön-

land besuchen wollte, wurde nach dem Südwesten verschlagen. Er fand (etwa 40° der Breite, bis wohin die Urwälder reichen) ein Land mit Wald, ohne Eis und ohne Schneeberge. Nach Norden zurückkehrend, kam er an verschiedene Küsten, bis er Grönland erreichte. Im Jahre 1001 gingen Eriks drei Söhne nach dem neuen Lande hinüber. Sie fanden drei Länder: das Land der Steinplatten (das heutige Labrador), das Markland an der Mündung des Lorenzostroms, so genannt wegen der großen Wälder, die noch heut dort zu finden sind, und ein drittes Land, wo man Getraide säen konnte und wo sie sich auch ansiedelten. Ein Deutscher brachte Reben mit kleinen Trauben aus dem Walde; er nannte es Win, und das Land hieß nun Winland. Man hat allerdings einige 30 wilde Rebenarten mit kleinen Trauben in jenen Gegenden und anderwärts gefunden. Die Ansiedler bauten sich Häuser und trieben Lachsfischerei. Ihre Angabe, daß der kürzeste Tag 9 Stunden daure, trifft mit dem 40sten Grade der Breite zusammen. Ein kleines, hier wohnendes Volk, das ihnen Pelzwerk brachte, wurde von ihnen Skrellinger, d. i. Abschnitzel oder Zwerge genannt. Vermuthlich sind es die später durch Rothhäute und Europäer nach Norden verdrängten Eskimos. Mit Grönland wurde auch Winland vergessen. Daß aber die Nachrichten wahr sind, dafür haben wir Zeugnisse. Man findet dort Gräber mit Runen; auf einem Fels auf einer Flußinsel steht sogar ein auf die Normannen, welche den Thor verehrten und sich oft nach ihm nannten: Thorwald, Thorstein ꝛc., deutender Name: „Hier ist die Grenze Thorpins."

Es bleiben uns, wenn wir von einer Klimaveränderung des Nordens sprechen wollen, nur noch die verlornen Wälder oder Gehölze Islands und Grönlands und deren Wirkungen übrig. Ganz Island ist gegenwärtig baumlos zu nennen, denn die Birke und die Eberesche erreichen nur eine geringe Höhe, und außer dem Wachholder, der sich hier und da in den öden, mit Haidekraut bedeckten Flächen erhebt,

findet sich kein einziges Nadelholz. Die Lavaströme auf den Abhängen der Berge sind mit zwergartigen Formen von Birken und Weiden bedeckt, und einige Ebereschen von 4 Fuß Höhe sind die schönsten Bäume, welche in der Nähe des Hauptortes Reikiavik sich finden. Noch in der Mitte des vorigen Jahrhunderts gab es hier Birkenwälder, deren Bäume gewöhnlich 6—8 Fuß hoch und 3—4 Zoll dick waren; einzelne erreichten sogar 12—20 Fuß Höhe. Die Ausrottung der Wälder hat aber auch hier ihren verderblichen Einfluß geübt. Sumpf- und Moorboden finden sich jetzt an denselben Stellen, die einst mit Wald bedeckt waren. An Brenn- und sogar an Bauholz fehlt es indessen nicht. Große Stämme von Kiefern, Fichten und Birken gelangen aus den sibirischen Strömen und durch die Polarströmung hierher, an den Südküsten werden oft auch Baumstämme oder Früchte aus Amerika angetrieben. Das Land hat gegenwärtig, da wo es nicht zu bergig ist und Schnee und Gletscher trägt, oder wo es nicht mit Sumpf erfüllt ist, Wiesen mit einem schönen Blüthenteppich. Die Gerste gelangt nicht immer zur Reife, während in früheren Zeiten selbst Roggen an mehreren Stellen gebaut wurde. Der Garten- und Gemüsebau ist etwas lohnender; wilde Nahrungspflanzen sind der Strandhafer, ferner eine wilde Erbse, mehrere Arten Heidelbeeren, endlich wohlschmeckende Tangarten und das isländische Moos, das in vielen Küstengegenden in großer Menge wächst, mit Milch zubereitet gegessen wird oder auch zu Brot gebacken werden kann.

Hier schließt die leider unvollendet gebliebene Darstellung Reimanns, der wir im Anhange noch einige mit unserm Thema in nahem Zusammenhange stehende Einzelaufsätze des Verstorbenen anfügen.

Anhang.

Die beiden Hauptströmungen der Luft oder der obere und der untere Passat.

Es wäre überflüssig, erst nachzuweisen, daß das Luftmeer sich beständig in einer größeren oder geringeren Bewegung befindet. Selten steigt der Rauch eines Schornsteins ganz gerade in die Höhe, selten kommt die wegen ihrer Unruhe willen berühmte Zitterpappel dahin, daß ihre Blätter sich nicht mehr drehen und schwanken und gleich fallenden Regentropfen zusammenschlagen. Es ist hierbei, wie mit dem Spiegel des Oceans. Erscheint er zuweilen auch ganz glatt, so gibt es doch immer noch große, breite und flache Wellen, die nur nicht mehr als solche bemerkt werden. Indessen ist eine vollkommene Ruhe der Luft doch nicht gerade etwas Unerhörtes. In den Tropengegenden ist in einiger Entfernung von der Küste die Seeluft zuweilen so still, daß ein freies Licht ohne alles Flackern brennt. Wie einzelne Gegenden, besonders die ost- und westindischen Meere, durch öftere Stürme ausgezeichnet sind, so genießen andere im Schutz hoher Gebirge einer fast beständigen Ruhe, die nur da keine bedenklichen Folgen hat, wo eine kühle Lage die ungesunden Wirkungen stockender Luft ausgleicht. So ist es besonders mit Kaschmir, gerühmt als ein Land ewigen Frühlings, zwar zu Zeiten auch von Schnee heimgesucht, aber jedenfalls eins der schönsten, fruchtbarsten und gesundesten Hochthäler. Der Reisende C. v. Hügel weiß kaum Worte zu finden, um sein Erstaunen über die dortigen schmalen schlotterigen Häuser auszudrücken, die nur zur Probe gebaut zu sein scheinen, ob denn hier niemals auch nur der leiseste Wind sich regen werde, und die dennoch fest und sicher stehen. Er sagt: das Klima von Kaschmir ist höchst eigenthümlich. Da das Thal von den höchsten Gebirgen umgeschlossen ist und kein anderes Thal von irgend einer Ausdehnung in dasselbe führt, so ist es ein vollkom-

men abgeschlossenes Ganze. Die Witterungsveränderungen in den Hochgebirgen finden daher keinen Eingang in dasselbe, um so weniger, da das Thal mit keiner Ebene in Verbindung steht, in welche die Luftströmungen von ihm oder in dasselbe dringen könnten, und der Sturm der Gebirge zieht über dasselbe hinweg. Die große Wasserfläche des Wuller Sees wird nie durch eine Welle gekräuselt, und ein Boot, das über dessen klaren Spiegel hinwegzieht, läßt meilenweit eine Spur in demselben, bis die dadurch entstandene Bewegung am fernen Ufer endet. Diese Windstille ist Ursache, daß das Klima um Vieles wärmer scheint, als es wirklich ist.

Vergleichen wir die Ruhe dieses Thales mit dem scharfen Winde, der z. B. in der Regel auf den Spitzen der Sudeten weht, oder noch besser mit den auf Monate und Tage regelmäßigen Winden der wärmeren Meere und den höchst unregelmäßigen, nur in ihrer Drehung einer allgemeinen Richtung folgenden Winden der gemäßigten Länder — welche Contraste! Wie bei den Wärmeverhältnissen, müssen wir uns auch bei den Luftströmungen zu einer allgemeinen Ansicht der Sache zu erheben suchen. Die Atmosphäre mit ihren Wärmeerscheinungen ist uns hinlänglich bekannt, wir können also gleich in den Mittelpunkt der Frage hinein treten.

Wir wenden uns dabei auf die Meere der heißen Zone, um zuerst die Erscheinungen in derjenigen Regelmäßigkeit kennen zu lernen, welche überhaupt die Natur der Tropen so merkwürdig auszeichnet. Wo das Barometer mit einer solchen Pünktlichkeit und Genauigkeit schwankt, daß es fast als Uhr zu gebrauchen wäre; wo die Regentage mit der herannahenden Sonne regelmäßig erscheinen und wieder verschwinden: da scheint auch der Ort zu sein, wo der Wind seinen Ausgang nimmt, sollte sich auch die Gegend selbst in wirklicher Windstille befinden.

Und so ist es auch. Denken wir uns eine isolirte Lichtflamme. Sie gibt uns ein sehr deutliches Bild einer

nach oben gehenden Luftströmung. Die Hitze des Feuers verdünnt die rings umher befindliche Luft; oder die wärmere Luft hat eine gesteigerte Elasticität, um es genauer auszusprechen. Die Luft steigt also auf; die untere kalte Luft dringt nach und geht, indem sie sich erwärmt, ebenfalls nach oben weiter; dadurch bekommt denn auch die Lichtflamme ihre aufgerichtete Gestalt, und das Flackern derselben ist ein Zeichen der Luftbewegung. Das nun ist ein aufsteigender Luftstrom im Kleinen. Einen ähnlichen aufsteigenden Luftstrom, aber im Großen, den sogenannten courant ascendant, den schon Aristoteles kannte, dessen Bedeutung jedoch erst Saussure nachgewiesen hat, bringt auch die Einstrahlung hervor. In den Tagen, wo die Sonne stärker wärmt, ist er sehr deutlich wahrnehmbar. Man erkennt ihn an dem Zittern der Gegenstände, wenn man an einem ruhigen heißen Sommertage nach einem Berge blickt; er bringt sogar kleine Gegenstände, Schmetterlinge, Pflanzentheilchen &c. bei sonst ganz ruhiger Luft auf hohe Berge hinauf. Der durch die Einstrahlung der Sonne auf einen Punkt der Erde entstehende aufsteigende Luftstrom bleibt aber nicht gleich dem Luftzug an der Lichtflamme stehen, sondern rückt mit dem Fortschreiten der Sonne weiter, aus dem Punkt wird auf solche Weise ein um die Erde gehender Gürtel oder Kreis. Bei uns wird der aufsteigende Luftstrom sehr oft durch Seitenwinde verdeckt; am stärksten muß er sich natürlich jedesmal in den Erdgegenden herausstellen, welche eben von der Sonne senkrecht beschienen werden. Der Erdgürtel, wo am meisten Luft nach oben entweicht, wird also am 21. März am Aequator, am 21. Juni in der Nähe des nördlichen Wendekreises, am 23. September wieder am Aequator und am 21. Dezember mehr dem südlichen Wendekreise zuliegen. Nun aber dringt ähnlich wie bei einem erwärmten geöffneten Zimmer die nördlich und südlich davon ruhende kältere Luft in den nur dünne Luft enthaltenden Raum ein — und dies ist der Grund aller über große Flächen gehenden regelmäßigen Winde.

Der am Boden hin nach dem Aequator drängende Wind ist uns natürlich am meisten bekannt, denn es ist eine untere Strömung; beim Meere dagegen kennen wir am besten die oberen Strömungen. Wir kommen auf die unteren regelmäßigen Winde, die sogenannten Passate oder Handelswinde, ausführlich zurück und wollen wir für jetzt blos betrachten, wohin die in den Aequatorial-Gegenden beständig aufsteigende und von den Seiten sich erneuernde Luft gelangt. Wohin kommt alle die Luft, welche von den Polen her nach dem heißen Erdgürtel dringt? Im Allgemeinen steht über den Tropengegenden ein warmes, hohes, leichtes und dampfreiches Luftmeer. Der Schluß liegt nahe, daß es nach Norden und Süden oben seitwärts abfließt, ein Schluß, den schon Mariotte und Halley ausgesprochen haben und der durch die Aussagen vieler Reisenden bestätigt wird, welche die Wolken der höheren Regionen oft in entgegengesetzter Richtung ziehen sahen, während unten der gewöhnliche Passat mit ungestörter Gleichmäßigkeit wehte. Die seitwärts über dem schweren Polarstrom abfließende leichtere Luft geht übrigens nicht genau nach Norden und Süden, ist also für uns kein eigentlicher Südwind und für die Neuseeländer kein Nordwind. Weil die Erde sich am Ursprunge desselben schneller dreht, als an den Orten, wohin der obere Strom allmählich gelangt, so geht der letztere mit großer ursprünglicher Drehungsgeschwindigkeit über die langsameren Erdgegenden hinweg, eilt also denselben gewissermaßen voraus, dringt östlich vor und kommt scheinbar mehr aus dem Westen. Angenommen, es sei auf dem Aequator eine Kanone aufgepflanzt, deren Wurfkraft bis Berlin reichte und deren Kugel bis hierhin käme, während ein Punkt des Aequators einen Grad durchliefe. Nun beträgt ein Grad des Aequators 15 Meilen, ein Grad des Parallelkreises von Berlin ungefähr 9 Meilen. Mit der höchsten Genauigkeit gezielt, könnte die Kugel also doch nicht nach Berlin kommen. Wegen ihres Ueberschusses von Drehungsgeschwindigkeit, die allen Dingen auf der Erde mitgetheilt wird, träfe sie 6 Meilen östlich von Berlin ein, käme also schein-

bar etwas aus dem Westen und nicht genau aus dem Süden. Wenn die Abweichung schon so groß ist bei der Schnelligkeit einer Kanonenkugel, so muß sie natürlich bei dem langsam vorrückenden Winde noch größer werden. Daher ist der nach dem Norden abfließende obere Luftstrom ein Nordwest, der nach dem Süden fließende ein Südwest.

Wie bereits gesagt, entgeht der obere Passat als solcher gewöhnlich unserer unmittelbaren Beobachtung, obwohl die Fälle nicht selten sind, wo wir an der Richtung der Wolken einen oberen südlichen oder südwestlichen Wind erkennen, während unten ein nördlicher oder nordöstlicher Luftstrom weht. Am Aequator muß der obere Passat erst in sehr großer Höhe zu fließen anfangen; weder auf dem Chimborasso noch auf einem andern der dortigen Berge hat man ihn erreicht. Außerhalb der Wendekreise aber, wo er allmählich tiefer sinkt und ganz auf die Erde herabkommt, ist er auf Bergen erreicht worden.

Zwei Fälle sind es insbesondere, durch welche das Vorhandensein eines starken entgegengesetzten Windes über dem unteren gewöhnlichen Passat nachgewiesen wurde. Der erste ereignete sich in dem durch große Erdbeben in Amerika ausgezeichneten Frühjahr 1812. In der Nacht vom 30. April zum 1. Mai hörte man auf der Insel Barbados mächtige Explosionen wie von schwerem Geschütz. Die Garnison vom Fort St. Anna blieb deshalb die ganze Nacht unter dem Gewehr. Als der Tag anbrach, sah man den östlichen Horizont ganz hell, aber der ganze übrige Theil des Himmels war von einer schwarzen Wolke bedeckt, die bald auch noch die vorher hell gewesene Stelle überzog. Jetzt entstand eine so tiefe Finsterniß, daß man in den Zimmern die Stelle der Fenster nicht mehr zu unterscheiden vermochte. Eine vulcanische Asche fiel zugleich nieder, nicht blos auf der Insel, wo die Bäume unter ihr zusammen brachen, sondern auch weithin über das Meer. Da die Asche aus dem gewöhnlichen Passat herabfiel, der im April und Mai unausgesetzt aus Nordost weht, so hätte man als Ursache des sonder-

baren Regens den Pic der Azoren vermuthen können. Indessen hatte hier kein Ausbruch stattgefunden. Die Asche kam aus dem Vulcan Morne Garou auf der 20 Meilen westlich liegenden Insel St. Vincent. Sie war durch die Kraft des Vulcans so empor geschleudert worden, daß sie den unteren Passat durchbrach, in den oberen gelangte, mit diesem nach Osten zog und nun über St. Barbados niederfiel Die Einwohner von Barbados würden über Wolken am westlichen Himmel nicht so erstaunt gewesen sein, wenn sich auf ihrer Insel ein hoher Berg befände. An diesem würden sich Wolken bilden, und an ihnen würde man sehen, daß sie in der Höhe nicht immer die Richtung des unteren Passates haben.

Wohl noch auffallender ist ein Beispiel, das der Zeit nach uns näher liegt. Es ereignete sich bei dem Ausbruch des Cosiguina am 20. Januar 1835. Dieser Vulcan liegt in Mittelamerika, und dessen ganzes Gebiet wurde bei seinen Explosionen erschüttert. Man hörte den Donner bis in Santa Fé de Bogota, also in einer Entfernung von 200 deutschen Meilen (ungefähr als ob man das Tönen des Vesuv in Paris hörte). Zu Kingstown auf Jamaica wurden die Donnertöne so lebhaft vernommen, daß man glaubte, es fände eine Kanonade zwischen Linienschiffen statt. Am 24. und 25. Januar erfuhr man indessen hier die Ursache. Die Sonne wurde durch eine braune, sich immer tiefer senkende Wolke verdunkelt; ihr Schein ward roth und braunroth, doch wurde die Finsterniß nicht so groß, wie in der Hafenstadt Union an der Westküste der Bay von Conchagua, die, dem Schauplatz näher, sich unter dem dichten Aschenregen 43 Stunden lang in vollkommener Finsterniß befand. Auf Jamaica fiel mehre Tage lang ein Schauer äußerst feiner vulcanischer Asche. Diese Asche war dem unteren Passat entgegen gekommen, mußte also durch denselben hindurch geschleudert und von dem oberen Passat herbeigebracht worden sein.

Dieser Ausbruch hat noch ein anderes Interesse. Wir haben angenommen, daß die im heißen Gürtel der Erde auf-

steigende Luft sich oben theilt und nach Norden und Süden abfließt. Dies scheint nun durch unsern Fall förmlich bewiesen zu sein. Das Schiff Convoi segelte damals im stillen Ocean 150 Meilen von Cosiguina in der Gegend der Gallopagos-Inseln, also gerade Jamaica, welches 200 Meilen vom Ausbruch entfernt war, entgegengesetzt, nämlich südwestlich, während Jamaica nordöstlich liegt. Das Schiff wurde mit ganz gleicher feiner Asche bedeckt, und auch auf den Gallopagas-Inseln ward dieselbe gefunden.

Der zurückfließende Luftstrom, der obere Passat, kommt aber nicht, wie man bei oberflächlicher Betrachtung vermuthen würde, erst in der Nähe der Pole, sondern schon in den gemäßigten Erdgegenden herunter. Die große, breite Luftmasse, die über dem Aequator seitlich abfließt, wird nach den Polen hin auf einen immer engeren und kleineren Raum beschränkt, wie man an dem Zusammenlaufen der Meridiane auf einem Globus leicht sehen kann. Sie drängt sich, wird kälter, sinkt herab und ist die Ursache der so allgemeinen südwestlichen und westlichen Winde, die z. B. in Europa herrschen.

Noch ist es zu wissen wichtig, ob das Herabkommen des oberen Stromes auch wirklich schon beobachtet worden ist. Dies ist nun in der That der Fall. Daß die höchsten Wolken oft gegen den unteren Passat ziehen, ist von vielen Seefahrern berichtet. Reisende, welche in der Nähe der Tropen die Gipfel hoher Berge erstiegen, haben oft den oberen Strom erreicht. Goodrich fand auf dem Mouna Kea im April einen Südwest; die tieferen Regionen von Hawai befanden sich während dessen im unteren Nordost-Passat. Leopold v. Buch gibt in seinen Bemerkungen über das Klima der canarischen Inseln auch einen merkwürdigen Nachweis über das dortige allmähliche Herabkommen des oberen Stromes. Ueber den Inseln Teneriffa und Canaria weht oberhalb des Nordost-Passats bis gegen den Winter ein Südwest. Dieser sinkt an den Küsten von Portugal herab und während die Sonne sich immer weiter gegen Süden zurückzieht, geht auch das Herabkommen des oberen

Stromes rückwärts nach den canarischen Inseln hin. Im Sommer weht er nur an der Spitze der Berge. Fast jeder Reisende, welcher den Gipfel des Pic erstiegen hat, berichtet von einem heftigen Westwinde, den er oben gefunden. Als Humboldt auf seiner Reise nach Südamerika am 21. Juni 1799 den Pic bestieg, erlaubte ihm am Rande des Kraters der wüthende Westwind kaum, auf den Füßen zu stehen. L. v. Buch fand den oberen Westwind im Mai etwas weniger stark, aber ein Seemann, der die Winde der canarischen Inseln sorgfältig erforscht hatte, behauptet, daß immer auf der Höhe ein Westwind herrsche, so lange unten der Nordost-Passat im Zuge sei. Die Stärke oder Schwäche des Windes entscheidet demnach nichts. „Diese oberen Winde kommen an den Bergen, aus den Höhen der Atmosphäre langsam herab. Man sieht es deutlich an den Wolken, welche seit dem October die Spitze des Pic von Süden her umhüllen; sie erscheinen immer tiefer, endlich lagern sie sich auf dem etwas über 6000 Fuß hohen Kamm des Gebirges zwischen Orotava und der südlichen Küste und brechen dort in furchtbaren Gewittern aus. Vielleicht vergeht dann noch eine Woche, vielleicht mehr, ehe sie an der Meeresküste empfunden werden. Dann bleiben sie für Monate lang herrschend und der Pic bedeckt sich mit Schnee. Soll man nun nicht glauben, daß der Westwind, den man auf der Sommerfahrt von Teneriffa nach England in der Nähe und in der Höhe der Azorischen Inseln aufsucht und gewöhnlich auch dort findet, soll man nicht glauben, daß der fast stets herrschende West und Südwest, welcher verursacht, daß man die Reise von New-York oder Philadelphia nach England bergab, die von England dorthin bergauf nennt, eben auch wie der Westwind auf dem Pic der obere Aequatorialstrom sei, der schon hier sich bis auf die Meeresfläche herabsenkt?“

Für den unteren Passat sind wir schon ungleich besser gestellt. Er wurde gleich bei der ersten bekannten Beschiffung des warmen Theiles des atlantischen Oceans wahrgenommen.

Als Columbus und seine Reisegefährten auf ihrer ersten Entdeckungsreise nach Amerika, wobei sie sich bekanntlich ziemlich südlich hielten, ihr Schiff durch einen beständigen Nordost- oder Ostwind fortgetrieben sahen, wurde dies für die Schiffsmannschaft ein Grund des Schreckens, weil sie fürchtete, nie wieder nach Europa zurückkehren zu können. Auf späteren Reisen zwischen den Wendekreisen und in der Nähe derselben fand man diesen Nordost wieder und lernte ihn bald zur Erleichterung der Fahrt benutzen; man steuert, wenn man nach dem mittäglichen Amerika will, von Madeira aus südlich bis in die Nähe des Wendekreises oder noch weiter und läßt sich dann nach Westen treiben. Diese Reise ist so sicher und angenehm und die Arbeit der Schiffsleute dabei so gering, daß die spanischen Matrosen diesen Theil des atlantischen Oceans bald „das Meer der Damen" nannten, weil die Schifffahrt dort so leicht sei, daß ein Mädchen das Steuer führen könne. Im großen Ocean weht der Passat noch regelmäßiger, und zwar auf der nördlichen Halbkugel, wie im atlantischen, aus Nordost, auf der südlichen aus Südost. Die spanischen Schiffer, die sich durch ihn in gerader Linie von Acapulco nach Manilla treiben ließen, hatten das Sprichwort, „auf der Fahrt nach den Philippinen könne sich der Steuermann ruhig schlafen legen." Im indischen Ocean, wo der Passat ebenfalls weht, wird er große Strecken weit durch die Wärmeverhältnisse der benachbarten großen Länder auf mehrere Monate bis ein halbes Jahr abgeändert.

Der Name Passatwind bedeutet Passage- oder Handelswind (englisch Trade-Wind.) Uebrigens hat der untere Passat seine zuerst wunderbar erscheinende Beständigkeit nur auf offenem Meere, wo überhaupt der Wind seine ungestörte Herrschaft ausübt. Während auf der hohen See das ganze Jahr oder die meisten Monate dieselben Schiffe durch regelmäßige Winde getrieben werden, gehen schon in Holland die Windmühlen nur 20 Wochen in gleichem Zuge, weiter in's Land

hinein immer weniger, und im Innern ist eine Windmühle ein passendes (wenn auch, wie wir sehen werden, nur scheinbares) Bild der Unbeständigkeit. Der Passat wird erst etwa 50 Meilen vom festen Lande entschieden merklich. In der Nähe der Inseln hört er nicht auf, verändert aber hier die Richtung der bekannten Land- und Seewinde und ist darum nicht mehr deutlich als Passat zu erkennen.

Das Zuströmen von Luft aus den mehr gemäßigten Erdgegenden nach der heißesten Region hin ist leicht erklärlich. Der Raum soll ausgefüllt werden, welcher durch den aufsteigenden warmen Luftstrom entstanden ist, und der Zufluß geschieht natürlich am Boden, da die hinzubringende Luft kälter und schwerer ist. Wo der nördliche und der südliche untere Passat sich dem heißesten Erdgürtel nähern, werden sie immer schwächer; dazwischen bleibt ein ruhiger Gürtel: die Gegend der Windstillen oder Calmen. Diese Region ist durch die Gewitterstürme verrufen, welche öfter die Todesruhe der Luft unterbrechen. Beide können verderblich werden. Wenn ein Segelschiff auf seiner Fahrt nach Süden mitten im atlantischen Ocean sich dem Aequator nähert, so ergreift eine bange Erwartung die Bemannung. Früher oder später wird der günstige Wind schwächer und schwächer, er schweigt anfänglich für kurze Zeit und zuletzt gänzlich. Gleich einer Spiegelfläche breitet sich das Meer um den Schiffer aus. Die zu Mittag senkrecht herabfallenden Sonnenstrahlen verursachen eine quälende Hitze. Das Wasser ist schlecht oder geht aus, und einen Tag nach dem andern liegt das Schiff in verzweifelter Ruhe. Ein Gewittersturm, der sich eines Abends erhebt, treibt zwar das Schiff weiter, bringt es aber auch dem Verderben nahe und weicht am andern Tage wieder einer trostlosen Stille. Ein neuer Sturm eine neue Windstille, bis endlich das Schiff jenseits des Aequators die Region der Calmen wieder verläßt und in den friedlichen Passat der südlichen Halbkugel getrieben wird.

In der Gegend der Windstillen ist die Luft oft so ruhig, daß weit in See eine Kerze ohne Flackern brennt. Der heiße und mit Feuchtigkeit beladene Luftstrom, den die hochstehende Sonne erzeugt, steigt dabei schnell in die Höhe, kühlt sich dort stark ab, oft plötzlich um viele Grade, und so entstehen Regengüsse mit Blitz und Donner, Windstöße und kurze Stürme, welche die Windstille auf kurze Zeit, oft in ganz bestimmten Stunden, unterbrechen. Diese Gewitterstürme sind es, welche seit alten Zeiten den an den Küsten der heißen Inseln heimischen Seeräubern, Flibustiern, Buccaniern ꝛc. zum Schutz dienten. Von der Gewalt solcher Orkane könnten wir viele Beispiele aufführen. Bei dem Sturm, welcher am 25. Juli 1825 die Insel Guadeloupe verwüstete, wurden nach dem Bericht des General Baudrand drei Vierundzwanzigpfünder mit fortgeführt, ein Flügel eines auf Staatskosten mit größester Festigkeit errichteten Gebäudes vollkommen zerstört, förmlich hinweggerissen, endlich ein Brett von Tannenholz, 37 Zoll lang, 9 Zoll breit und 10 Linien dick, durch einen Palmbaum von 16 Zoll Dicke geschleudert. Wegen des Wechsels zwischen Windstille, einzelnen Stößen und Stürmen, hieß die Gegend der Windstillen bei den Seeleuten der Gürtel der Veränderlichen (Winde).

Die Region der Windstillen hat eine Breite von etwa 6 Graden, ihre Mitte fällt aber nicht mit dem Aequator zusammen, sondern liegt nördlich von demselben — die Ursache dieser Abweichung haben wir bekanntlich in der größeren Masse festen Landes auf der nördlichen Halbkugel zu suchen. Während unserer Sommermonate wird dieser Gürtel breiter, und sein Nordrand rückt etwas hinauf; der Südrand jedoch ändert sich überhaupt nur wenig.

Wie die innern, so unterliegen auch die äußern Grenzen des unteren Passates einer Schwankung nach den Jahreszeiten. Wir betrachten nur den nördlichen Gürtel. Im atlantischen Ocean erstreckt sich der Anfang des Passats in den wärmeren Monaten bis zum 30., in den kälteren nur bis

zum 28. Grade nördlicher Breite; im stillen Ocean wird er allgemein auf den 25. Grad nördlicher Breite angegeben. Nimmt man für den atlantischen Ocean hinzu, daß hier die Gegend der Windstillen im Sommer 8, im Winter nur 3⅓ Grad breit ist, so sind die Grenzen und das Gebiet des uns zunächst liegenden Passats bestimmt.

Die Passate, welche an der Stelle ihrer Entstehung sehr schwach sind, werden allmählich stärker und nehmen nach den Windstillen hin an Stärke wieder ab. Wo sie wehen, ist der Himmel durch große Reinheit und ein tiefes Blau ausgezeichnet, das sich in der Nähe der Windstillen verliert und einer weißlichen Trübung Platz macht. Die Gegenden, die bald in den Windstillen, bald im Passat liegen, wechseln zwischen Wolken und heiterem Himmel, und die Indianer am Orinoco theilen sehr passend das Jahr in die „Zeit der Wolken" und in die „Zeit der Sonne."

So wie die Richtung des oberen Passates nicht genau nach Norden oder Süden geht, so ist auch der untere Passat auf der nördlichen Halbkugel kein genau nördlicher, auf der südlichen kein südlicher Wind. Am nördlichen Anfange des Passats unserer Halbkugel ist seine Richtung eine nordöstliche, die aber, je mehr er sich dem Aequator nähert, immer mehr östlich wird. Der Passat der südlichen Halbkugel ist ein Südostwind, der in der Nähe des Aequators sich ebenfalls einem Ostwinde nähert. Indem wir nachfolgend die Ursache betrachten, geben wir zugleich eine kleine Geschichte der verschiedenen Ansichten, welche die regelmäßigen Winde nach und nach hervorgerufen haben.

Die Ursache der Passate hat zuerst Bacon angedeutet, obgleich noch nicht richtig herausgefunden. „Die Sache ist gewiß" sagt er, „die Ursache ungewiß. Die könnte es sein, daß die Luft wie der Himmel bewegt wird, außerhalb der Tropen gleichsam unmerklich wegen der kleinern Kreise, innerhalb merklich wegen der größeren Kreise, die sie beschreibt. Es könnte auch eine andre sein, die, daß die Wärme die

Luft ausdehnt und nicht an ihrer Stelle läßt. Aus der Ausdehnung der Luft entsteht aber nothwendig ein Stoß auf die danebenliegende Luft, wodurch, so wie die Sonne fortrückt, jene Brise erzeugt wird. Deutlicher ist sie unter den Tropen, wo die Sonne brennender, außerhalb ist sie fast nicht merklich."

Die erste dieser Erklärungen wurde von Galilei angenommen und auf die Umdrehung der Erde bezogen. Er läßt noch ein geringes Zurückbleiben der Luft gelten und erklärt dadurch den Ostwind der Tropen. Halley erklärte später die Erscheinung der Passate allein durch die um die Erde fortschreitende Wirkung der Sonne; die ausreichende Erklärung wurde aber nicht durch ihn, sondern durch Hadley gegeben, der immer noch in vielen Lehrbüchern sein Verdienst an den berühmten Naturforscher ähnlichen Namens abtreten muß. Nach Halley's Annahme würde, falls das Zuströmen kalter Luft von den Polen her verhindert würde, wenn etwa Mauern an den Wendekreisen ständen, zwischen den letzteren ein reiner Ostwind entstehen, indem bei der täglichen Bewegung der Sonne die Luft derselben nachströmte, und wäre auch diese Erscheinung zuerst nur einzeln gewesen, so müßte doch bei der täglichen Wiederholung bald die ganze Masse von jener Bewegung ergriffen worden sein. In der Wirklichkeit findet aber jenes Zuströmen von den Polen her unausgesetzt statt, und indem die Luft nach dem heißesten Gürtel der Erde drängt, wird aus dem Ost und Nord auf der Nordhälfte der Erde ein Nordost, aus dem Süd und Ost auf der Südhälfte der Erde ein Südost. So reicht Halleys Erklärung allerdings hin, um eine allgemeine Anschauung der Passate zu geben; aber sie erklärt nicht, warum der obere oder zurückfließende Strom ein Südwest oder Nordwest wird und nicht die Gegend der Windstillen zwischen den beiden unteren Passaten. Ueberdies hat sie nur den Schein einer Erklärung, denn es ist nicht wahrscheinlich, daß die Wirkung der Sonne, die nach 12 Stunden über der andern Erdhälfte

steht, auf der jenseitigen noch einen anhaltenden Wind erzeugen könne, da die Strecke, bis in welche Land- und Seewinde vom Ufer aus noch bemerkbar sind, eine nur geringe ist. Auch müßte ja die heißeste Stelle in den Morgenstunden östlich von einer Gegend liegen, da die größeste Wärme und die größeste Kälte innerhalb 24 Stunden nicht symmetrisch vertheilt sind, es müßte also in den Frühstunden ein Westwind entstehen, während doch die Passate ununterbrochen fortströmen.

Hadley's Theorie dagegen reicht vollständig aus. Die Ablenkung des Nord in Nordost entsteht dadurch, daß die Luft von langsam drehenden Punkten der Erde nach schneller drehenden kommt. Mit dem zurückfließenden Strom ist es umgekehrt; er muß nach und nach eine mehr westliche Richtung annehmen. Dabei verhält sich die Erde wie ein vollkommen regulirtes Uhrwerk; die Ausgleichung ist so genau, daß der Sterntag weder länger noch kürzer gemacht wird. In den unteren Schichten strömen nämlich schwach bewegte Massen nach Punkten, die stärker bewegt sind; nun wird die Erde dieser Luft fortwährend einen Theil ihrer Bewegung durch Reibung mittheilen, und müßte dadurch zuletzt an Umdrehungsgeschwindigkeit verlieren, wenn nicht die als Südwest mit schneller Bewegung zurückkehrende Luft da, wo sie auf die Erde herabkommt und die Oberfläche berührt, letzterer den Stoß im helfenden Sinne zurückgäbe. Man sieht hieraus, wie genau sich Hadley über den Sinn seiner Erklärung bewußt war.

Nun ist aber beobachtet worden, wie der in einiger Entfernung vom Aequator beinahe östlich gewordene Wind in größerer Nähe des Aequators wieder eine Biegung erhält, die ihn mehr der ursprünglichen nördlichen nähert. Dies ist auffallend, um so mehr, da man am Aequator eine ganz östliche Richtung erwarten sollte. Die Meridiane werden in der Nähe des Aequators fast parallel und schon in 10 Grad Entfernung von demselben neigen sie sich nur wenig mehr auseinander. Der Unterschied der Umdrehungsgeschwindigkeit

des Parallels von 10° und des Aequators kann also nur gering sein. Bezeichnet man die Drehungsgeschwindigkeit des Aequators mit 1000, so erhält man nach den Polen hin folgende stets steigende Abnahme:

Breite.	0°	10°	20°	30°	40°	50°
Umdrehungsgeschwindigkeit.	1000	985	940	866	766	643
Unterschied.		15	45	74	100	123
Breite.	60°	70°	80°	90°		
Umdrehungsgeschwindigkeit.	500	342	174	0		
Unterschied.	143	158	168	174.		

Man sieht hieraus, daß die Ablenkung in der Nähe des Aequators keine große mehr sein kann; die Luft, die sich unter 10° Breite langsam nach dem Aequator hinbewegt, muß durch die Berührung mit dem Boden fast vollkommen die Umdrehungsgeschwindigkeit desselben annehmen; ihre Bewegung wird daher hier eine fast oder ganz nördliche oder südliche sein, sie wird sogar umbiegen, wo sie den Aequator überschreitet und in höhere Breiten der anderen Erdhälfte gelangt. Dazu kommt noch, daß der Polarstrom in der Nähe des Aequators durch den aufsteigenden Aequatorialstrom gestauet wird. Die Erklärung der hier erläuterten Abweichung wurde durch Basil Hall gegeben.

Wir werden die Unterschiede der vorgenannten Theorien noch deutlicher erkennen, wenn wir uns die Erde als einen unter der Sonne sich drehenden Cylinder denken. Nach der von Galilei angenommenen Erklärung Bacon's müßte dann überall ein Ost entstehen. Nach der Halley'schen Theorie würden die Passate noch N. O. und S. O. bleiben, nach der von Hadley aber müßten die Polarströme N. und S. sein und könnten sich nicht ändern, weil kein Unterschied der Drehungsgeschwindigkeit vorhanden wäre. Nach Halley's Theorie wäre es bei der Kugelform der Erde gleich, ob sie selbst oder die Sonne sich drehte, nach Hadley jedoch nicht: er hat uns in den Passatwinden einen schönen Beweis für die Umdrehung der Erde gegeben.

Stellen wir schließlich zusammen, was wir über die allgemeinen Luftströmungen gesagt haben.

1. Im heißesten Erdgürtel steigt beständig ein warmer Luftstrom auf, der oben seitlich nach Norden und Süden abfließt.

2. Durch die Drehung der Erde wird der vom Aequator kommende obere Luftstrom auf der nördlichen Halbkugel allmählich ein Südwest oder West, auf der südlichen Halbkugel ein Nordwest und dann ebenfalls West.

3. Dieser obere Strom sinkt, indem er in kältere Gegenden kommt und über schmalerem Raume nicht mehr gut Platz hat, herab und wird die Ursache der in der gemäßigten Zone der nördlichen Halbkugel vorherrschenden Südwest-Winde.

4. Wo im heißesten Erdgürtel der aufsteigende Luftstrom vorherrschend ist, da ist die Gegend der Windstillen. In diese dringt die kältere Luft des Südens und Nordens unten ein, und so entstehen die regelmäßigen unteren Passate, welche über den Meeren je in der Gegend eines Wendekreises einen Gürtel bilden.

5. Durch die Drehung der Erde wird aus dem von Norden oder Süden kommenden unteren Passat ein Nordost oder Südost.

6. Auf jeder Halbkugel findet also ein Kreislauf der Luft statt: der aufsteigende Luftstrom, der nach der gemäßigten und nach der kalten Zone gehende und dort auf die Erde kommende Aequatorialstrom und der am Boden oder an der Meeresfläche zurückkehrende Polarstrom.

Drehung des Windes.

Dove's Beobachtung über die Drehung des Windes aus Nord über Ost nach Süd und West und der Zusammenhang derselben mit den Erscheinungen der Wärme und Witterung wurde, als er nachsuchte, ob diese Wahrnehmung auch sonst schon gemacht worden, nicht nur für die nördliche, sondern auch für die südliche Halbkugel (hier natürlich im entgegengesetzten Sinne) bestätigt. Auch hier ist Bacon in England, 1600, der erste Gewährsmann. „Wenn der Wind sich der Bewegung der Sonne gemäß, das ist von Morgen gegen Mittag, von Mittag gegen Abend u. s. w. verändert, so geht er selten zurück, oder wenn er es thut, so geschieht es nur auf kurze Zeit. Wenn er sich aber in der entgegengesetzten Richtung, nämlich von Morgen gegen Mitternacht, von Mitternacht gegen Abend u. s. w. verändert, so kehrt er immer gern zu dem vorigen Punkte zurück; wenigstens thut er es, ehe er ganz in dem Kreise herumgegangen ist. Wenn der Südwind zwei oder drei Tage geweht hat, so wird jählings nach ihm der Nordwind wehen; aber wenn der Nordwind eben so viel Tage hintereinander weht, so wird der Südwind nicht eher entstehen, als bis der Ostwind vorher eine Weile geweht hat." Ein Jahrhundert später behauptet dasselbe Mariotte für Frankreich. 1722 sagt Sturm in Deutschland, daß zwar der Wind sich zuweilen wieder von Westen nach Süden wende, kaum aber einmal über die Grenzen des Ostwinds hinaus zurückgehe. „So viel fehlt zu einem ganzen Kreislauf im entgegengesetzten Sinne, während der andere sehr häufig, ja mehrfach in einem Monate durchlaufen wird. Auf diese Weise hätten wir denn einen Weg gefunden, auf welchem wir ohne weitere Hülfsmittel kommende Witterungsänderungen wenigstens für die nächstfolgenden Tage vorherwissen, ja ohne häufige Fehler zu begehen, vorhersagen können, welches wir

Alles durch vielfache Versuche bestätigt gefunden haben." Für Italien, das südliche Frankreich und die nördliche gemäßigte Zone des atlantischen Oceans wird Aehnliches berichtet; natürlich sind dabei die begleitenden Erscheinungen nicht in allen Landschaften genau dieselben, in Montpellier z. B. bringt der Nordwest schönes Wetter, weil er über ein weites Land kommt, während in Deutschland der heitere Himmel erst mit Nord einzutreten pflegt. Eine treffliche Beschreibung der Winddrehung gibt Lampadius in Freiberg in Sachsen, 1806. „Wie außerordentlich veränderlich," sagt er, „sind nicht die Winde in Deutschland! Ich habe indeß doch zuweilen an ihnen eine Art periodischen Ganges bemerkt. Es ist folgender: Ich nehme an, es wehe Südwind bei heiterem Wetter. Das Barometerfällt, die Luft trübt sich und es stellt sich Regen ein. Während dessen geht der Wind in Westen über. Es regnet noch fort und das Barometer steigt. Der Wind wird NW. Das Wetter geht in Strichregen über. Es wird kälter. Noch immer steigt das Barometer und der Wind wird N. NO. Nun hat das Barometer seinen höchsten Standpunkt erreicht. Der Himmel ist heiter und es herrscht die höchste mögliche Kälte des Jahres. Es wird Ostwind. das Barometer fällt ein wenig. Aber noch bleibt das Wetter heiter. Der Wind dreht sich nach SO. und noch fällt das Barometer. Die Wärme nimmt wieder zu. Nun geht der Wind in Süd, und die Wärme erreicht ihren der Jahreszeit angemessenen höchsten Grad; das Barometer fällt, und jetzt sind wir auf den ersten Punkt zurückgekommen. Es gibt in jedem Jahre mehrere solcher Perioden zu jeder Jahreszeit. Zuweilen dauert die ganze Drehung einige Wochen, zuweilen nur einige Tage. Sehr selten springt der Wind auf einer solchen Tour zurück. Ueberhaupt sind alle Drehungen häufiger bei uns von der linken zur rechten Seite um den Horizont, und überhaupt ist der Südwind am seltensten. Es gibt hier gewiß eine wirkende Hauptursache, die aber durch so manche Zufälligkeiten verhüllt wird."

Diese Ursache war es, nach welcher Dove suchte und die er in der Stauung, dem Kampf und dem Verdrängen der beiden Hauptwinde, des nördlichen und des südlichen fand. Wenn die Ursache eine so allgemeine, das ganze Luftmeer betreffende ist, so muß sie auch in allen Erscheinungen desselben: Wärme, Feuchtigkeit und Niederschlag und besonders im barometrischen Druck sich aussprechen. Und in der That, während das Barometer eine Welle beschrieb, hatte sich der Wind vollkommen regelmäßig durch die ganze Windrose gedreht, bisweilen in einem Tage, öfter in einer, zwei oder drei Wochen. Am auffallendsten zeigen sich die Drehungen im Winter; denn in dieser Jahreszeit findet der schärfste Gegensatz zwischen der heißen Zone und den kälteren Erdgegenden statt, die Kämpfe müssen daher auch am schärfsten sein, während im Sommer eine hohe Ausgleichung der Wärme über den größesten Theil der nördlichen Halbkugel eintritt. „Wenn der SW.", so lautet Dove's Beschreibung, „immer heftiger wehend vollkommen durchgedrungen ist, erhöht er die Temperatur bis über den Thaupunkt; es kann daher nicht mehr schneien, sondern es regnet, während das Barometer seinen niedrigsten Stand erreicht. Nun dreht sich der Wind nach West, und der dichte Flockenschnee beweist eben so gut den einfallenden kälteren Wind, als das rasch steigende Barometer, die Windfahne und das Thermometer. Mit Nord heitert sich der Himmel auf, und mit NO. tritt das Maximum der Kälte und des Barometers ein. Aber allmählich beginnt dies zu fallen, und feine Cirri (Federwolken) zeigen durch die Richtung der Streifen bei ihrem Entstehen den oben eingetretenen südlichen Wind, den das Barometer schon bemerkt, wenn auch die Windfahne noch nichts davon weiß und noch ruhig Ost zeigt. Doch immer bestimmter verdrängt der südliche Wind den Osten von oben herab, bei entschiedenem Fallen des Quecksilbers wird die Windfahne SO., der Himmel bezieht sich allmählich immer mehr, und mit steigender Wärme verwandelt sich der Schnee mit SO. und S. bei SW. wieder in Regen. Nun geht es

von Neuem an und höchst charakteristisch ist der Niederschlag auf der Ostseite, von dem auf der Westseite gewöhnlich durch eine kurze Aufhellung getrennt."

Das Gesetz der Stürme.

Wir haben ausführlich nachgewiesen, daß die Richtung und Drehung des Windes unter allgemeinen Gesetzen steht, die für die ganze Erde gelten. In neuerer Zeit ist es sogar gelungen, bis zu einem gewissen Grade die Gesetze zu erforschen, nach welchen die sonst für regellos gehaltenen Stürme ihren Gang nehmen, was für die Sicherheit der Schifffahrt auf den Weltmeeren, besonders zwischen den Wendekreisen und namentlich auf dem atlantischen Meere von der größesten Wichtigkeit ist. Fassen wir zuerst die Thatsachen in's Auge und suchen dann die dafür mögliche Erklärung.

Der Begründer der Sturmlehre ist der Oberst Ried, Gouverneur von Malta, auch bekannt als Vorsitzender des Vollziehungs-Ausschusses der großen Londoner Industrie-Ausstellung. Im Jahre 1831 erlebte Ried auf Barbados einen jener furchtbaren Orkane, welche von Zeit zu Zeit die westindischen Inseln heimsuchen. Der Gedanke drängte sich ihm auf, daß diese Stürme trotz ihrer scheinbaren Plötzlichkeit und ihrer Wuth in einer bestimmten Richtung ihren Verlauf nehmen müßten, deren Entdeckung dazu beitragen könnte, sie minder schädlich und weniger verheerend zu machen. Um eine Begründung dieser Muthmaßung zu suchen, sammelte er mit Eifer die Logbücher von englischen und amerikanischen Kriegsschiffen, Ostindienfahrern und anderen Handelsfahrzeugen erster Klasse, aus ihnen die Thatsachen zu seiner Theorie zusammen zu stellen. Das Logbuch eines aufmerksamen und gebildeten Capitains zeigt nämlich die genaue Lage eines Schiffes zu gewissen Stunden, den Zustand des Wetters, die Richtung des Windes, den Zustand der See, den Betrag

der geführten Segel, die Führung des Schiffes in rauhem Wetter, kurz, es enthält das Material für eine fast stündliche Chronik der See. Die täglichen Aufzeichnungen eines einzelnen Fahrzeuges würden natürlich ziemlich werthlos sein; allein Ried hatte für jeden Sturm die Logbücher vieler Schiffe aus verschiedenen Gegenden zur Verfügung, und er besaß auf diese Weise die Mittel, von bestimmten Stürmen nachzuweisen, wie weit sie sich erstreckt hatten, um welche Zeit sie einen gewissen Längen- oder Breitengrad erreichten, welche Richtung und welchen Grad der Heftigkeit sie an dem einen und dem andern Punkte hatten. Er selbst, in Verbindung mit Riedfield zu New-York, machte sich daran, die Logbücher des atlantischen Oceans zu studiren, während auf seine Anregung Piding-ton im Auftrage der ostindischen Compagnie die Annalen der indischen Gewässer durchforschte. Das Datum jedes einzelnen Sturmes wurde genommen, die Fahrt von einem Schiffe nach dem andern Tag für Tag verfolgt, die Richtungen des Windes aufgezeichnet, kurz, eine förmliche Karte des Sturmes combinirt, nicht nach Phantasien, sondern nach den genauesten Urkunden, wie er wirklich geweht hatte. Wie auf diese Weise Sturm nach Sturm berechnet worden war, so ergab sich die Thatsache, daß die Orkane der Tropengegenden nichts anders als ungeheure Wirbelwinde von 100 bis 300 geographischen Meilen Durchmesser sind, und daß ihr wirbelnder Kreislauf südlich vom Aequator gleichsam der Bewegung des Uhrzeigers (von Nord durch Ost nach Süd und West), nördlich vom Aequator dagegen der entgegengesetzten Richtung folgt; ferner, daß auf der nördlichen Halbkugel die Orkane ungefähr auf dem 15. Breitengrade aufspringen und dann in der eben beschriebenen Bahn in ungeheuren Kreisen nordwestlich bis zum 25. oder 30. Grade fortlaufen, dort in ihrer Wuth nachlassen, eine Biegung nach Nordost machen, in welcher Richtung sie immer in ihrer spiralförmigen Bewegung mit erneuter Wuth bis zum 50. Grade fortstürmen und dann zwischen dem 50. und 55. Grade allmählich sterben. Auf der südlichen Halbkugel beginnt

der Orkan ebenfalls etwa auf dem 15. Grade, geht südwestlich und biegt auf dem 25. Grade nach Südost ab, bis er auf dem 50. Grade aufhört. Weil der Orkan, einem spürenden Jagdhunde ähnlich, nicht gerade aus, sondern in weiten Kreisen läuft, so bewegt er sich nur langsam von Punkt zu Punkt in gerader Linie 2½ bis 4 geographische Meilen in der Stunde. Um so furchtbarer aber ist die Schnelligkeit, mit welcher er die einzelnen Kreise seiner Spirallinie durchmißt. Oberst Ried hat in zwei Werken dieses Gesetz genau festgestellt und zugleich gezeigt, daß die Kenntniß der Stürme auch die Macht ist, sie zu entwaffnen, indem sie dem Seemanne die einfachen Mittel an die Hand gibt, zu bemessen, sobald er in der Nähe eines Orkans ist, ob das Schiff den Sturm oder der Sturm das Schiff einholt, ob es sich im Centrum oder an der äußeren Grenze, ob vor oder hinter, rechts oder links vom Orkan befindet, und wie in jedem Falle das Schiff geleitet werden muß. In dem einen jener beiden Werke haben wir die genaue Geschichte eines Sturmes nach dem Logbuche des von Indien kommenden Schiffes „Blenheim“, Capitain Metloven, mit Anmerkungen und einschlägigen Berichten. Würde dieses Beispiel von vielen Schiffsführern befolgt — und das steht zu hoffen — so würde man eine Menge von Beweisen dafür erhalten, daß durch dieses neue System ein Capitain sein Schiff vor Orkanen bewahren, sicher in ihrer Gesellschaft segeln und mit ihrer Hülfe seine Reise sogar beschleunigen kann. Wir sind überzeugt, daß es dann nicht mehr lange dauern wird, um die Sturmlehre zu einem Gegenstande jeder Seemannsprüfung erhoben zu sehen.

In der That beschäftigt man sich jetzt schon sehr allgemein mit gründlicher Beobachtung der Winde, Stürme und Meeresströmungen. Um die Annahme eines gleichförmigen Systems der Anstellung meteorologischer Beobachtungen zur See zu bewerkstelligen, fand im August und September 1853 zu Brüssel eine nautische Conferenz oder ein meteorologischer Congreß statt, an welchem sich folgende Staaten betheiligten:

Belgien durch Professor A. Quetelet und Cap. V. Lahure, Generaldirector der Marine;

Dänemark durch Cap.-Lieut. P. Rothe, Director des Depots der Seekarten;

Vereinigte Staaten durch Lieut. M. F. Maury, Director des Nationalobservatoriums zu Washington;

Frankreich durch A. Delamarche, Ingenieur-Hydrograph der kaiserlichen Marine;

Großbritannien durch Cap. F. W. Beechy und Cap. H. James;

Norwegen durch Lieut. Nils Ihlen;

Niederlande durch Lieut. M. H. Hansen;

Portugal durch Cap.-Lieut. J. de Mattos Corren;

Rußland durch Cap.-Lieut. A. Gorkovenko;

Schweden durch Prem.-Lieut. C. A. Petterson.

Dieser Congreß hat ein in englischer und französischer Sprache gedrucktes Schema eines Auszuges des meteorologischen Journals veröffentlicht, wie letzteres nach den Beschlüssen des Congresses von nun an auf den Schiffen der vorhin genannten zehn Staaten regelmäßig gehalten und fortgeführt werden soll.

Eintheilung der atmosphärischen Niederschläge.

Theilen wir die Niederschläge nach der Art ein, wie die Temperatur der Luft bis auf den Thaupunkt erniedrigt wird, so scheiden sich hauptsächlich vier Klassen derselben.

1. Niederschläge an dem erkälteten Boden selbst, und zwar durch Ausstrahlung: Thau und Reif, oder durch eine vorhergegangene Kälteperiode: Glatteis.

2. Horizontal fortfließende Luft wird durch ein mechanisches Hinderniß gezwungen, in eine höhere Gegend der Atmosphäre einzutreten: die stehenden Wolken an Gebirgen,

namentlich am Pilatus in der Schweiz, am Ararat, am Tafelberge, an der Schneekoppe, an einem Berge in Grönland, der ähnlich wie der Zobten in Schlesien als Wetterprophet dient u. a. m. Auffallend ist die Wirkung einzelner Berge am Tanargue in Frankreich, einer 4200—4800 Fuß hohen, von Westen nach Osten „lothrechten" Wand; südlich von ihm fielen 1811 64 Zoll Regen, wo aber die Luft nicht aufgehalten wurde oder nördlich davon entstand weniger Regen, so z. B. in Viviers, wo die Luft im Rhonethale ungehindert abfließt, nur 37½ Zoll. — Ferner: die periodischen Regen auf beiden Seiten des Gategebirges in Ostindien, in Arabien, auf Ceylon, St. Domingo, die großen Regen an der Westseite von Norwegen rc.

3. Kältere Luft fließt vom höheren Ufer auf den erwärmten See ab: die localen Nebel auf Flüssen und Seen.

4. Der Boden wirkt nach der Höhe als erkältend oder erwärmend. Hierher gehören mehrfache Erscheinungen:

a. In unmittelbarer Berührung der Luft mit dem Boden, wenn dieser als erkältend wirkt: der Stratus (Schichtwolke) am Abend über der feuchten Wiese; als erwärmend: der Frostnebel über dem Polarmeer.

b. Erwärmte Luft dringt plötzlich über einen kälteren Boden ein. Die Niederschläge bei einem S. W.-Sturm, der rasch in immer höhere Breiten dringt, die Schneefälle am Rande eines Eisfeldes oder einer kälteren Küste.

c. Niederschläge durch Erniedrigung der Temperatur der ganzen über uns stehenden Luftsäule ohne Veränderung der Richtung des Windes: Regen aus blauem Himmel, feinster Nadelschnee bei sehr strenger Kälte.

d. Alle Niederschläge durch einen aufsteigenden Luftstrom, nämlich der Cumulus (die Haufenwolke), die sich über der Ebene bildet; die einzelne Wolke über einer isolirten kleinen Insel; die täglichen Gewitter der Tropen und die einiger Alpenthäler (am Comer-See, z. B. durch Volta beobachtet); der Hagel, insofern das Graupelkorn während des

Fallens zum Hagelkorn wird; der steigende Morgennebel, der nach seinem Verschwinden wieder als leichte Bedeckung gegen Mittag hervortritt; alle Niederschläge, bei denen sich die Unterschiede des Bodens geltend machen, die man in der Ebene Wetterscheiden nennt; endlich durch einen zufällig aufsteigenden Strom das Gewitter, welches die „Pinie" eines Vulkans umgibt, und das z. B. auf Island als Hagelwetter hervortrat.

5. Durch Vermischung der Winde: viele Tornados, besonders auf der sogenanten Regen- oder Donnersee nahe bei Guinea; jedes Gewitter, das in Landregen übergeht; unsere meisten Gewitter überhaupt; Anfang und Ende des Landregens; Graupelschauer; das sogenannte Aprilwetter; dauernder Schneefall; Cirrus (Federwolke) und Cirrostratus (flockige Schichtwolke). Die Niederschläge durch Vermischung der Winde sind bei uns die häufigsten. Im Sommer ist die Wärme jedoch rings um uns ziemlich gleich, die allgemeinen Winde zeigen sich nur schwach und nun tritt die Wirkung des Bodens hervor in der Bildung einzeln schwimmender Haufenwolken, die über Wald und Wiese entstehen, über einer warmen Sandfläche aber wieder verschwinden. Dadurch entstehen in den Tropen jene täglich wiederkehrenden Gewitter, welche wie alle Lufterscheinungen der Tropenwelt mit so wunderbarer Regelmäßigkeit eintreten. Bei uns werden die an manchen tiefen Theilen hervortretenden regelmäßigen Gewitter gewöhnlich nach ein paar Wochen wieder durch den einbrechenden stärkeren Wind unterbrochen. Im Winter treten die Niederschläge durch Vermischung ganz entschieden auf, denn der Boden, weithin mit Schnee bedeckt oder gefroren, hat eine gleichförmige Wirkung, die Temperaturunterschiede der Winde dagegen sind am stärksten. Dauernde Trübung wechselt dann mit dauernder Helle, und der Uebergang ist nur durch langgezogene Federwolken vermittelt; im Eismeer hat Scoresby niemals Haufenwolken gesehen. Nur zwischen Küste und See bleibt im hohen Norden noch ein Gegensatz, ebenso zwischen See und

großen Eisfeldern, und die kreisförmig mit Schnee umgebenen Eisfelder erhalten ihre merkwürdige Umwallung durch den Kampf des Südwindes mit der eiskalten über ihnen stehenden Luft, welche wie ein durchsichtiger Gletscher seinem Andrang oft stundenlang widersteht.

Die fremdartigen Erscheinungen in der Atmosphäre.

Die Meteorsteine, Feuerkugeln und Sternschnuppen.

Luft und Wasserdampf sind die Elemente der Atmosphäre. Ihre Bewegungen, ihre Verdichtungen bilden unser Wetter, und was sonst in sie gelangt, hat nur durch seine Rückwirkung einen meteorologischen Charakter.

An der Grenze der atmosphärischen Erscheinungen stehen nun zunächst die Meteorsteine, Feuerkugeln und Sternschnuppen, deren Ursprung wir, so weit es der heutigen Wissenschaft gelungen ist, nachweisen wollen.

Schon die Schriftsteller des Alterthums sprechen von Steinregen, und auch die Urkunden des Mittelalters sind reich an solchen Nachrichten. Vom Himmel gefallene Steine zeigte man seit mehreren Jahrhunderten in Sammlungen; im vorigen Jahrhundert indeß wurden sie als Beweise des Aberglaubens entfernt, was man jetzt beklagt, da manche schätzbare Probe dadurch verloren gegangen sein mag. Der Physiker Chladni aber, der sich viel mit diesem Gegenstande beschäftigte, theilte den allgemeinen Zweifel nicht und sagte zu Lichtenberg: Wer weiß, ob uns nicht der Mond mit Steinen bewirft? Sechs Wochen lang forschte er in der Bibliothek zu Göttingen nach bestimmten Nachrichten, fand eine große Uebereinstimmung der Beschreibungen und verfaßte selbst eine kleine Schrift über die von Pallas in Sibirien gefundene Eisenmasse und die vom Himmel gefallenen Steine. Auch legte er eine große Sammlung an, die er der Academie in Berlin

vermacht hat. In England nahm Howard eine Zerlegung der Meteorsteine vor und fand vorzugsweise Nickeleisen darin, worüber er in der Academie eine Abhandlnng las. Ein Mitglied der Pariser Academie wollte einen Auszug daraus geben, wurde aber mit seinem Anerbieten zurückgewiesen. Bald darauf fiel bei Aigle im Departement de l'Orne ein großer Steinregen (26. April 1803). Als die Pariser den Bericht hörten, verspotteten sie den Maire wegen seiner Leichtgläubigkeit; die Aigler indessen schickten Steine nach Paris — eines der Stücke wog 17 Pfund — und dies v eranlaßte die Academie, den Physiker Biot als Commissär an Ort und Stelle zu senden. Sorgfältige Untersuchungen klärten ihn bald über die Richtigkeit der Sache auf, und seine Schrift über den erwähnten Steinregen stellte alle physischen und moralischen Beweise zusammen. Nie waren dort früher Meteorsteine gesehen worden, auch in Schriften geschah ihrer keine Erwähnung, und in den Bergwerken der Gegend waren keine Gesteine dieser Art zu finden. Seit dem 26. April 1803 aber waren plötzlich viele solcher Steine zu sehen; man hatte deren wohl 2—3000 zusammengebracht. Die größeren davon zeigten beim Brechen innerlich immer noch einen Schwefelgeruch. Die moralischen Beweise waren ebenfalls als vollgültig anzusehen. In 20 Dorfschaften auf einer Fläche von 2 □ Lieue's hatte man den Steinfall beobachtet, fast alle Bewohner waren Augenzeugen des schrecklichen Wetters gewesen, und alle erzählten übereinstimmend. Männer und Frauen, Landleute und Soldaten, alle führten dieselbe Zeit an, erwähnten dieselben Umstände, bedienten sich der nämlichen Vergleichungen. Sie erzählten, wie die Steine ganze Aeste herabgeschlagen hätten, über die Dächer herabgerollt, auf der Straße wieder aufgesprungen und beim Anfassen noch ganz heiß gewesen wären. Dann seien binnen einigen Tagen die Steine, welche anfangs stark nach Schwefel rochen, allmählich erhärtet. Die Spuren, die an Bäumen, Dächern u. s. w. noch zu sehen waren, stimmten mit den Erzählungen völlig überein.

Allen Berichten und Beschreibungen nach hatte man zuerst eine große, helle Kugel in der Luft erblickt. Die Explosion derselben dauerte 5—6 Minuten; auf 3—4 Kanonenschläge folgte nämlich eine heftige Entladung, dann eine Art Trommeln; die Steine fielen dabei zischend herab gleich Schleudersteinen. Das Getöse kam von einer kleinen, graulichen Wolke her, welche die Figur eines Rechteckes hatte und ziemlich fest stand. Die Fläche, auf welcher die Meteorsteine gefallen waren, bildete eine Ellipse, deren langer Durchmesser von Südosten nach Nordwesten ging, eine Richtung, die — nebenbei bemerkt — mit dem magnetischen Meridian zusammenfällt.

Auch die Ungläubigsten waren nun überzeugt, nur der Physiker Luc nicht; er hielt die Annahme solch einer Erscheinung für gottlos, und als man ihn fragte, ob es ihn überzeugen würde, wenn er selbst Augenzeuge wäre, antwortete er: „Ich würde sagen: ich hab's gesehen, aber ich habe mich geirrt.“ Seit jener Zeit sind mehrere Steinfälle beobachtet worden. Am 22. Mai 1808 fiel eine große Zahl Steine zu Stannern in Mähren herab. Sie zeichneten sich durch eine pechartig glänzende Rinde aus, während andere Meteorsteine gewöhnlich rauh sind; wegen ihrer Seltenheit haben sie jetzt einen hohen Werth, der einzelne wird mit dem dreifachen Gewicht in Gold bezahlt. Am 13. November 1835 wurde im Departement Ain durch einen Meteorstein ein Haus angezündet. Manche Meteorsteine sind von besonderer Größe, und die Sammlungen von Berlin und Wien, mehr aber noch die von London, enthalten sehr ansehnliche Stücke. Im Jahr 1751 fiel bei Hradschma im Agramer Comitate ein Stein von 71 Pfund Gewicht. Eine im Jahr 1814 zu Lenarto in Ungarn aufgefundene Meteorsteinmasse wog 194 Pfund. Die Eisenmasse, welche Pallas in Sibirien fand, hatte ein Gewicht von 1400 Pfund, und in Mexiko entdeckte man Massen, welche 3—400 Centner wogen. Dies paßt sehr gut zu einer Erzählung des Alterthums von einem steinernen Stern, der das Gewicht einer Wagenlast hatte.

Zur Entscheidung der Frage, ob die Meteorsteine aus unserer Atmosphäre oder aus dem Weltraume, vielleicht von Sternen kommen, kürzer ausgedrückt: ob sie tellurischen oder kosmischen Ursprungs sind, mußte man sie chemisch untersuchen. Da fanden sich denn nur irdische Bestandtheile, zunächst 18, unter denen gediegenes Eisen, Nickeleisen, Magnetkies, Chromeisen, eingesprengte Augit- und Olivinkrystalle die wichtigsten sind. Die mährischen enthalten kein gediegenes Eisen, sondern nur Gemenge. Größere Steine sind oft gesprungen, die Sprünge aber wieder ausgefüllt, was auf einen Schmelzungsprozeß hindeutet; Steine mit starkem Eisengehalte springen jedoch nicht.

Ungeachtet der Uebereinstimmung der Meteorstoffe mit irdischen Stoffen aber hat man doch schon lange einen kosmischen Ursprung derselben angenommen. Die Planeten sogar, welche doch in sehr regelmäßigen Bahnen um die Sonne kreisen, zeigen auf ihrem Wege so viel Abweichungen, daß man an die Möglichkeit jener Erscheinungen leicht glauben kann. Die Sternenbahnen sind sehr verwickelten Störungen unterworfen und nicht in langen gleichmäßig gerundeten Linien gezogen, sondern wie mit zitternder Hand geschrieben. Zuweilen weichen sie Hunderte von Meilen aus ihrer Hauptrichtung, und der Planet Neptun ist ja sogar durch die Seitenwege des Uranus entdeckt worden.

Warum nun sollten die Meteorsteine nicht kleine Stücke des Universums sein können, die sich gewissermaßen auf ihrer Bahn bis auf die Oberfläche der Erde verirren oder von der Erde angezogen werden, weil sie derselben zu nahe kommen? Wenigstens sind sie den allgemeinen Gesetzen der Schwere vollkommen unterworfen. Bessel hat bei seiner Untersuchung, ob alle Körper gleich schnell fallen, ausdrücklich nachgewiesen, daß Meteorsteine ganz dieselbe Fallgeschwindigkeit haben, wie alle irdischen Körper.

Aus unserer Atmosphäre oder von der Erde sind die Meteorsteine sehr schwer abzuleiten. Man hat die Verluste

der Erde berechnet, die sie an den verschiedensten Stoffen durch die Schornsteine erleidet und die doch wieder einmal herunterkommen müßten. Es ist jedoch zu viel verlangt, sich eine Eisenfabrik in der Luft zu denken. Von Vulcanen, etwa vom Aetna oder Vesuv, können die Meteorsteine auch nicht herrühren; sie sind dazu viel zu weit entfernt, man müßte denn Vulcane von ungeheurer Wurfkraft annehmen, und diese geradezu an den Nordpol versetzen, da sie anderswo nicht zu finden sind.

Man war nun schnell mit der Annahme zur Hand, die Meteorsteine müßten vom Monde kommen. Aber wenn sie von außerhalb stammen, warum denn gerade vom Monde? Ihre Geschwindigkeit ist, wie man aus dem Fall der Sternschnuppen schließen darf, dazu viel zu groß. Es ist leicht, die Meteorsteine für Bomben von Mondvulcanen zu erklären, nur hat man eben diese Vulcane noch nirgends finden können.

Noch niemals hat man eine Lichterscheinung an der dunkeln Seite des Mondes wahrgenommen, die auf einen Vulcan schließen ließe. An abenteuerlichen Dingen hat es freilich nicht gefehlt; so glaubten Einige, es sei ein Loch im Monde weil man einst einen hellen Punkt darauf bemerkte.

Nach Laplace würde allerdings die vierfache Kraft eines Neunzigpfünders hinreichen, um Steine vom Monde fort und in den Anziehungskreis der Erde zu schleudern. Die Meteorsteine fallen aber aus Feuerkugeln und diese sind, wie wir sehen werden, nur durch die Größe von den Sternschnuppen verschieden, deren Geschwindigkeit eine so ungeheure ist, daß man keinem Vulcane eine solche Kraft zuschreiben kann. Sternschnuppen und Feuerkugeln fallen in einer Secunde etwa 5 deutsche Meilen, eine Bewegung, die nur mit dem erstaunlich schnellen Schwunge der Planeten und Kometen verglichen werden kann.

Die Feuerkugeln, welche eben erwähnt wurden, sind plötzliche Lichterscheinungen, die gewöhnlich unter großem Getöse zerplatzen und dann Steine herabfallen lassen. Das Cha-

rakteristische der letzteren ist, wie schon erwähnt, ihr Gehalt von gediegenem Eisen in Verbindung mit Nickel. Zuweilen zieht die Feuerkugel am Himmel dahin und läßt unterwegs solche Steine fallen. Man hat Feuerkugeln sowohl bei trübem, als auch bei heiterem Wetter gesehen, doch ist die Erscheinung eine seltene, und es konnte deshalb wenig über sie erforscht werden Die Sternschnuppen sind viel häufiger, und hier waren denn auch mancherlei Beobachtungen und Schlüsse möglich, die im Allgemeinen auch für die Feuerkugeln gelten.

Die meisten Sternschnuppen sind kleine Feuerkugeln, die plötzlich, gleich fallenden Sternen zum Horizont herabschießen, einen langen Lichtstreifen nach sich ziehen und unten entweder zu bersten oder zu erlöschen scheinen. Von vielen Sternschnuppen kann man nun sehr bestimmt beweisen, daß sie nicht aus dem Monde kommen, weil sie in großer Zahl von derselben Stelle des Himmels ausgehen. Einer der bedeutendsten Sternschnuppenschwärme, von Feuerkugeln angekündigt und begleitet, wurde in der Nacht vom 12. zum 13. November 1833 in Nordamerika beobachtet. Die Sternschnuppen erschienen fast wie Schneeflocken zusammengedrängt und konnten beinahe mit einem Feuerregen verglichen werden. Die Erscheinung war von Jamaica bis Halifax, auf einem Gebiete von 100,000 □ Meilen, sichtbar. In einer Viertelstunde wurden am 10ten Theil des sichtbaren Himmels etwa 650 gezählt, und innerhalb 9 Stunden — so lange dauerte der Sternschnuppenfall — mochten wohl 240,000 gefallen sein. Wenn man die Bahnen rückwärts verfolgte, so fand man den allgemeinen Ausgangspunkt bei einem Stern im Halse des Löwen. Dieser Punkt ging nicht mit der Drehung der Erde fort, sondern blieb an seiner Stelle, die mit dem Punkte übereinstimmte, wohin die Erde zu dieser Zeit ihre Richtung nahm. Die Sternschnuppen fielen also unabhängig von der Erde und ihr entgegen: ein entscheidender Beweis, daß es Fremdlinge waren. Dazu kam noch, daß Humboldt und Bonpland bei ihrem Aufenthalt in Süd-

amerika am 12. November 1799, also zu vollkommen übereinstimmender Jahreszeit, von 2 Uhr früh bis gegen Tagesanbruch ebenfalls eine große Anzahl Feuerbälle gesehen hatten, eine Beobachtung, die zu gleicher Zeit auch in Weimar und in Grönland gemacht worden war. Die Sternschnuppenschwärme des 12. und 13. November kehren, wie spätere Beobachtungen dargethan haben, alle Jahre wieder, wenn auch nicht in derselben Menge. Vielleicht ist, da zwischen 1799 und 1833 eine Reihe von 44 Jahren verging, 1877 wieder ein großer Novemberschwarm zu erwarten.

Auch die Nächte vom 9—14. August sind reich an Sternschnuppen, wobei die Zahl einige Abende sich steigert und dann wieder abnimmt. Die Häufigkeit der Sternschnuppen in der Nacht des 10. August ist übrigens schon im siebzehnten Jahrhundert bemerkt worden, und ein alter englischer Kirchenkalender erwähnt derselben unter dem Namen: „die feurigen Thränen des heiligen Laurentius" als einer periodischen Erscheinung. In neuerer Zeit ist die Richtigkeit der Wahrnehmung vielfach und von der verschiedensten Personen bestätigt worden. Die November-Erscheinung wird seltener vom Publicum beobachtet, weil zu dieser Zeit das Wetter meist ungünstig ist.

Die August-Sternschnuppen kommen vom Sternbild des Perseus her und beweisen durch die Regelmäßigkeit ihrer Bahn gleichfalls, daß diese Naturerscheinung nicht der Erde angehört. Mit dem Vorrücken des Sternbildes ändert sich auch der Ausgangspunkt der kleinen Feuerkugeln, und wie der Löwe im November, so ist Perseus im August derjenige Himmelsraum, welchem sich die Erde entgegen bewegt.

Benzenberg sagte: „Im November ist gutes Sternschnuppenwetter"; aber dies ist keine Erklärung. Allen Zeichen nach sind die Sternschnuppen eine ungeheure Wolke oder Straße von kleinen Meteormassen, ein Ring planetarischer Bruchstücke oder Weltenbrocken. Dieser Ring, der stellenweis locker und dünn, an andern Stellen zu dichten Schwärmen

vereinigt oder ausgebreitet ist, läuft gleich den Planeten um die Sonne herum und schneidet die Erdbahn an zwei Punkten, an den Stellen, wo sie vor der Mitte des August und November dahineilt. Die Umlaufszeit des Sternschnuppenringes beträgt 5—6 Jahre. Weil der Ring nicht überall von gleicher Dichtigkeit ist, haben die meisten Jahre in den erwähnten Tagen nur eine mittlere Zahl, während andere Jahre zu diesen Zeiten eine Art Feuerregen bringen. Die zu andern Zeiten fallenden Sternschnuppen mögen vereinzelt kreisende Weltenkörner sein. Die Kleinheit derselben darf uns nicht wundern, da überdies die fortwährende Zunahme uns früher unbekannter Planeten (1807: 4 Asteroiden, 1854: 29) uns an die geringe Größe vieler Himmelskörper gewöhnt.

Wahrscheinlich nun sind diese kleinen Weltkörper von brennbaren Gasen umgeben, die sich beim Eintauchen in unsere Atmosphäre entzünden. Man hat den Ursprung der Sternschnuppen aus dem Weltenraume durch den Einwand bestritten, daß ja zuweilen Sternschnuppen gleich Raketen in die Höhe gehen. Genaue Beobachtungen haben indeß gezeigt, daß letzteres niemals geschieht, obgleich allerdings manche Sternschnuppen am Himmel hinziehen, ohne herab zu kommen.

Die Feuerkugeln und Sternschnuppen sind im Sommer durchschnittlich am seltensten, gewiß, weil die Dämmerung hinderlich ist. Die größeste Zahl fällt aber gleichwohl nicht in den längsten Nächten, sondern im Herbst. Sehr schwer war es, über die H ö h e derselben zu einem genauen Resultat zu kommen. Man erforscht sie, indem man von entfernten Punkten aus gleichzeitig den Himmel beobachtet und Ort und Zeit jeder Sternschnuppe auf einer Sternkarte verzeichnet und dann vergleicht. Nun ist es aber oft unmöglich, den Anfangspunkt einer Sternschnuppe genau festzustellen, da man ja auf die Erscheinung erst aufmerksam wird, während sie schon dahinfährt. Das aber bemerkte man bald, daß namentlich hohe Sternschnuppen überwiegend in bestimmter

Richtung gehen und einen gewissen Parallelismus der Bahn zeigen, der uns auf einen Ursprung außerhalb der Atmosphäre hinweist. Die mittlere Höhe beträgt etwa 34 oder 35 Meilen.

Man könnte die Sternschnuppen zur Längenbestimmung benutzen wegen ihrer Gleichzeitigkeit für sehr entfernte Orte. Wir haben indeß jetzt ein besseres Hülfsmittel durch die electrischen Telegraphen; denn der electrische Strom geht auch um die Ecke, während das Auge nur geradlinig sieht.

Die feste Masse der meisten Sternschnuppen mag sehr unbedeutend sein. Früher fabelte man viel von einer gallertartigen Masse, die zuweilen mit ihnen herabgefallen sei, und aus Schweden hat man eine, wie es scheint, begründete Nachricht, daß am 10. August auf einem Baum im Garten eines Fabrikbesitzers eine große, gallertartige Masse niedergefallen sei, die dann gleich großen Trauben niederhing, leider aber ins Wasser geworfen war, als der Chemiker Berzelius sie untersuchen wollte. Vieles von dem jedoch, was man sonst schnell für Sternschnuppenmasse erklärte, ergab sich als eine Art Alge (ein schleimiges Wassergewächs) oder, da man unverdaute Froschtheile darin fand, als ein sehr irdisches Product eines Storches oder Reihers. Gegenstände aber, wie der uns vorliegende, waren zu allen Zeiten der Fabel oder der Uebertreibung ausgesetzt. Denn nicht genug, daß es Steine regnet — man hätte sich mit dieser Naturerscheinung allenfalls begnügen können — in Holland erzählte man noch, es habe einmal Kälber geregnet. Ein Feuerbrand, den man einst in Berlin an der Universität fand, wurde schnell für einen Rest einer Feuerkugel gedeutet, bis sich herausstellte, daß irgend wer dort einen Satz eines Feuerwerks herunter geworfen hatte.

Ob die Sternschnuppen auch auf die Witterung irgend einen Einfluß üben? Man vermuthet es. Wenn sich die Erde dem Novemberdurchschnittspunkte gegenüber befindet, so steht ein großer Schwarm zwischen ihr und der Sonne, die Meteore müssen dann als kleine, schwarze Punkte vor der

Sonne vorüberziehen und fangen, da sie sehr zahlreich sind, einen Theil ihres Lichtes und ihrer Wärme auf. So erklären sich vielleicht die den Mai oft unterbrechenden kalten Tage und die Verdunklungen der Sonne, die zuweilen, z. B. am Tage der Schlacht bei Mühlberg, in diesem Monate wahrgenommen worden sind. Der Augustschwarm nimmt seinen Durchgang zwischen Sonne und Erde um die Zeit des 7. Februar und soll dann gleichfalls Kälte verursachen, während sein Erscheinen im August die Hitze dieses Monates erhöhen soll.

Mag dies immerhin auch nur eine Vermuthung sein, so sind die Meteore doch von großem Interesse für uns, weil sie uns materiell mit dem Weltenraume verknüpfen. Diese Verbindung findet vielleicht alle Tage statt; denn wenn man die Meteorsteine rechnet, die man fand, ohne ihr Herabfallen bemerkt zu haben, und die große Zahl, welche unbeobachtet ins Meer stürzt, in Wäldern oder Wüsten niederfällt u. s. w., so macht dies gewiß im Laufe eines Jahres keine unbedeutende Summe aus. Im höchsten Norden hat man noch Meteoreisen entdeckt. Während nämlich die Eskimos gewöhnlich Kupfergeräthe besitzen, fand man bei einem Stamme derselben doch rohe Messer von Eisen. Das Museum in London besitzt einige dieser Art, und die Untersuchung ergab, daß sie aus Meteoreisen bestehen. Die Eskimos selbst geben an, das Eisen sei von einem, im Innern des Landes liegenden Berge.

Vertheilung der Wärme auf der Erdoberfläche im Laufe des Jahres.

Nach Humboldt's und Dove's Tafeln und in Graden des 100theiligen Thermometers.

Der Winter bedeutet für die nördliche Halbkugel Dezember, Januar und Februar; dem entsprechend die anderen Jahreszeiten. Nur das Kältezeichen — ist besonders beigefügt.

Oerter.	Geograph. Breite.	Höhe über dem Meere in Fuß.	Mittlere Jahreswärme.	Mittlere Temperatur des Winters,	Frühlings,	Sommers,	Herbstes.
Melville-Insel . .	74°47' N.		—18°,7	—33°,5	—19°,5	2°,8	—18°,0
Ustjansk in Sibirien .	70 55		—16°,6	—38°,4	—14°,7	9, 2	—23, 9
Boothia Felix . .	70 2		—15, 7	—33, 2	—20, 7	3, 4	—12, 4
Jakutzk	62 1	270	—11, 0	—38, 2	— 9, 5	14, 7	—11, 0
Novaja Semlja (Felsenbucht an der karischen Pforte) . .	70 37		— 9, 4	—16, 0	—15, 9	2, 0	— 7, 9
Fort Franklin . .	65 12	210	— 8, 2	—27, 2	—10, 0	10, 2	— 6, 0
Stain auf Labrador .	57 10		— 3, 8	—18, 3	— 6, 1	7, 5	— 1, 6
Enontecies in Lappland	68 40	1338	— 2, 7	—17, 0	— 3, 9	12, 6	— 2, 7
St. Gotthard . .	46 33	6450	— 0, 8	— 7, 6	— 2, 7	6, 7	— 0, 0
Irkutsk	52°16	1260	— 0, 7	—18, 5	— 0, 6	16, 1	— 0, 9
Nordkap in Norwegen	71 10		0, 1	— 4, 6	— 1, 3	6, 4	— 0, 1
Schneekoppe . . .	50 44	4920				8, 1	
Archangelsk . . .	64 32		0, 8	—12, 7	— 0, 4	13, 9	1, 9
Brocken	51 48	3498	1, 3	— 6, 4	— 0, 1	9, 1	2, 6
Petrpaulowsk . .	53 0		2, 0	— 7, 1	— 0, 3	12, 6	3, 1
Umeå	63 50		2, 1	—10, 2	0, 6	14, 1	3, 1
Kasan	55 47		2, 1	—14, 5	2, 6	17, 1	2, 6
Orenburg	51 45	222	2, 8	—12, 8	4, 3	9, 1	0, 6
Nischnei Nowgorod .	56 20		3, 1	—10, 4	5, 8	17, 6	1, 1
St. John auf Neufundland	47 34	132	3, 5	— 4, 9	0, 2	12, 2	6, 5
St. Petersburg . .	59 56		3, 4	— 8, 1	1, 8	15, 8	4, 3

Oerter.	Geograph. Breite.	Höhe über dem Meere in Fuß.	Mittlere Jahreswärme.	Mittlere Temperatur des			
				Winters,	Frühlings,	Sommers,	Herbstes.
Reikiavik auf Island	64° 8′N.		4°,0	— 1°,6	2°,4	12°,0	3°,3
Falun in Schweden .	60 39	372	4, 4	— 5, 5	3, 2	14, 6	5, 3
Moskau	55 46	522	4, 5	— 9, 1	4, 6	17, 9	4, 4
Antisana in Südamerika	0 14	12300	4, 9	3, 5	4, 9	5, 7	5, 6
Christiania . . .	59 54		5, 0	— 5, 3	4, 0	15, 6	5, 8
Upsala	59 52		5, 1	— 3, 9	3, 3	15, 1	6, 1
Drontheim . . .	63 25		5, 4	— 2, 4	4, 5	13, 4	4, 7
Quebeck	46 49		5, 5	— 9, 9	3, 8	20, 2	7, 8
Mitau	56 39		6, 1	— 4, 1	4, 9	16, 7	6, 6
Königsberg . . .	54 34		6, 2	— 3, 3	5, 3	15, 9	6, 7
Halifax in Neuschottland	44 39		6, 2	— 4, 4	2, 9	17, 2	9, 0
Wilna	54 41	360	6, 5	— 3, 8	5, 8	17, 4	6, 6
Lead-Hills in Schottland	55 25	1200	6, 6	0, 2	6, 4	13, 1	6, 5
Tegernsee	47 42	2262	6, 6	— 1, 9	5, 7	15, 3	7, 3
Hohenelbe in Böhmen	50 38	1410	6, 9	— 2, 5	4, 2	16, 2	7, 5
Warschau	52 13	372	7, 3	— 3, 8	7, 3	18, 1	7, 7
St. Gallen . . .	47 26	1710	7, 3	— 0, 2	7, 5	16, 0	6, 1
Gotha	50 57	940	7, 4	— 1, 2	7, 3	15, 9	7, 6
Thorshavn auf den Faröer	62 2		7, 5	— 4, 3	5, 6	12, 2	8, 2
Erivan	40 10	2970	7, 5	— 7, 1	11, 9	23, 7	14, 0
Kopenhagen . . .	55 41		7, 6	— 0, 5	5, 9	16, 5	8, 8
Danzig	54 21		7, 6	— 1, 2	6, 7	16, 4	8, 4
Utica in Nordamerika	43 6	162	7, 6	— 4, 2	6, 8	19, 1	8, 6
Bern	46 57	1800	7, 8	— 0, 9	7, 7	15, 8	8, 5
Lübeck	53 52		7, 9	— 0, 7	7, 2	16, 2	8, 6
Breslau	51 6	456	7, 9	— 1, 4	7, 5	17, 2	8, 4
Augsburg	48 22	1518	7, 9	— 1, 7	8, 3	16, 6	8, 2
Stromneß auf den Orkneys	58 57		8, 0	4, 0	6, 6	12, 5	8, 9
Edinburg	55 57	270	8, 1	3, 5	7, 4	13, 9	7, 9
Kendal in England .	54 17	132	8, 3	2, 8	7, 6	14, 4	8, 5
Arolsen	51 23		8, 4	0, 6	8, 0	16, 1	9, 1
Bei Swinemünde .	53 54		8, 5	— 0, 7	7, 4	17, 4	9, 5
Dresden	51	372	8, 5	— 0, 4	8, 4	17, 2	8, 4
Providence . . .	41 49		8, 5	— 2, 9	7, 2	20, 0	9, 9
Hamburg	53 33		8, 6	0, 3	8, 0	17, 0	8, 8
Regensburg . . .	49 1	1032	8, 6	— 1, 4	9, 4	18, 0	8, 6
Manchester . . .	53 29	144	8, 7	2, 8	7, 9	14, 8	9, 2
Astrachan	46 21		8, 7	— 3, 6	8, 8	21, 2	8, 6
Boston	42 21		8, 8	— 2, 2	7, 1	20, 1	10, 2
York	53 51		9, 0	2, 2	8, 7	16, 0	9, 0

Oerter.	Geograph. Breite.	Höhe über dem Meere in Fuß.	Mittlere Jahreswärme.	Mittlere Temperatur des Winters,	Frühlings,	Sommers,	Herbstes.
Berlin	52°31′ N.	120	9°,0	— 0°,5	8°,6	18°,3	9°,4
Innsbruck	47 16	1620	9, 0	— 1, 9	10, 0	18, 3	9, 6
Genf	46 12	1218	9, 3	0, 6	9, 1	18, 0	9, 8
Hudson	41 15	900	9, 0	— 1, 5	10, 1	18, 6	8, 9
Göttingen	51 32	408	9, 1	0, 6		17, 6	
London	51 31		9, 1	3, 1	8, 0	15, 5	9, 6
Odessa	46 29		9, 1	— 2, 5	7, 6	21, 1	10, 4
Detroit	42 24	528	9, 3	— 3, 4	9, 4	21, 3	11, 6
Basel	47 34	756	9, 5	0, 4	9, 5	18, 2	9, 9
Dublin	53 23		9, 5	4, 6	8, 4	15, 3	9, 8
Amsterdam . . .	52 22		9, 5	2, 0	9, 0	18, 0	10, 7
Bukarest	44 27		9, 5	— 2, 0	8, 5	19, 5	12, 0
Frankfurt a. M. .	50 7	360	9, 6	0, 4	9, 7	18, 4	9, 8
Prag	50 5	576	9, 6	— 0, 5	9, 4	19, 4	10, 0
Insel Man . . .	54 12		9, 7	5, 4	8, 3	14, 6	10, 6
Ofen	47 29	810	9, 7	— 2, 4	9, 0	19, 4	9, 6
Trier	49 46	480	10, 0	1, 9	10, 0	17, 8	10, 1
Fort Armstrong . .	41 28		10, 0	— 3, 9	10, 2	23, 2	10, 5
Brüssel	50 51	180	10, 2	3, 0	9. 4	17, 6	10, 7
Wien	48 13	480	10, 2	0, 1	10, 3	20, 2	10, 3
Philadelphia . . .	39 57		10, 7	— 0, 5	10, 1	21, 9	11, 2
Paris	48 50	18	10, 8	3, 3	10, 4	18, 1	11, 2
Plymouth	50 22		11, 1	6, 9	10, 1	16, 0	11, 7
Fort Vancouver . .	45 38		11, 5	4, 2	11, 0	18, 0	12, 9
Turin	45 4	858	11, 7	0, 8	11, 7	22, 0	12, 1
Sebastopol . . .	44 36	150	11, 7	2, 0	12, 6	22, 1	10, 0
Cincinnati	39 6	498	11, 9	0, 9	12, 2	22, 9	11, 7
Baltimore	39 17		12, 1	0, 8	11, 5	23, 3	12, 9
Padua	45 24		12, 5	2, 8	12, 1	21, 9	13, 0
Peking	39 54	300	12, 6	— 1, 6	14, 0	25, 2	12, 9
Tiflis	41 41	1320	12, 7	2, 0	12, 5	23, 0	12, 5
Bordeaux	44 50		13, 1	6, 1	12, 4	20, 6	13, 3
St.Louis a. Mississippi	38 37	420	13, 1	1, 1	13, 6	24, 6	12, 4
Triest	45 39	270	13, 2	4, 1	12, 1	21, 9	13, 7
Washington . . .	38 53		13, 4	2, 3	13, 2	24, 6	12, 4
Montpellier . . .	43 36	540	13, 6	5, 8	12, 6	22, 0	14, 3
San Franzisco . .	37 48		13, 6	10, 2	13, 2	15, 3	15, 5
Venedig	45 26		13, 7	3, 3	12, 6	22, 8	13, 3
Constantinopel . .	41 0		13, 7	5, 7	11, 4	22, 1	15, 6
Bologna	44 30	252	14, 2	2, 8	14, 5	25, 2	14, 3
Madrid	40 25	1938	14, 3	6, 9	13, 2	23, 5	16, 9
Baku	40 22		14, 6	3, 9	12, 1	25, 4	17, 4
Santa Fé de Bogota	4 36	8190	15, 0	15, 1	15, 3	15, 3	14, 5
Auckland auf Neuseeland	35 51 S.		15. 1	11, 1	14, 1	19, 5	15, 6

Oerter.	Geograph. Breite.	Höhe über dem Meere in Fuß.	Mittlere Jahreswärme.	Mittlere Temperatur des Winters,	Frühlings,	Sommers,	Herbstes.
Florenz	43 47′ N.	198	15°,3	6°,8	14°,7	24, 0	15°,7
Rom	41 54	162	15, 4	8, 1	14, 1	22, 9	16, 4
Nizza	43 42		15, 6	9, 3	13, 3	22, 5	17, 2
Quito	0 14 S.	8770	15, 6	15, 4	15, 7	15, 6	15, 7
Bei Neapel . . .	40 52 N.	462	15, 7	8, 7	14, 3	23, 5	16, 3
Kapstadt	33 55 S.		16, 0	12, 4	15, 4	19, 4	16, 7
Lissabon	38 42 N.	222	16, 4	11, 3	15, 5	21, 7	17, 0
St. Helena . . .	15 55 S.	1656	16, 4	14, 7	14, 7	17, 7	18, 2
Mexico.	19 26 N.	6990	16, 6	13, 0	18, 1	19, 1	16, 2
Buenos Aires . .	34 37 S.		16, 9	11, 4	15, 2	22, 8	18, 1
Barcelona	41 22 N.		17, 0	10, 0	15, 5	24, 5	17, 8
Cadix	36 32		17, 0	11, 2	15, 6	22, 9	18, 1
Nangasaki	32 45		17, 0	7, 1	15, 2	26, 7	18, 8
Laguna auf Teneriffa	28 30	1680	17, 1	13, 6	15, 4	20, 2	18, 9
Palermo	38 7	168	17, 2	11, 4	15, 0	23, 5	19, 0
Constantine . . .	36 20		17, 2	10, 2	12, 3	26, 6	19, 7
Aleppo	36 11		17, 6	6, 3	13, 4	27, 2	18, 9
San Miguel (Azoren)	37 43		17, 7	14, 0	15, 9	22, 5	18, 4
Algier	36 47		17, 8	12, 4	15, 5	23, 6	19, 9
Paramatta u. Sidney	33 50 S.		18, 1	12, 5	19, 2	23, 3	18, 2
Smyrna	38 26 N.		18, 2	11, 1	14, 6	26, 0	21, 1
Natchez	31 34	180	18, 2	9, 6	19, 0	25, 6	18, 8
Damaskus . . .	33 27	2262	18, 6	9, 3	16, 5	28, 1	20, 7
Funchal auf Madeira	32 38		18, 7	16, 3	17, 5	21, 1	19, 8
Messina	38 11		18, 8	12, 8	16, 4	25, 1	20, 7
Charleston . . .	32 47		18, 8	12, 9	18, 7	26, 0	19, 4
Montevideo . . .	34 54 S.		19, 3	14, 1	18, 1	25, 2	20, 0
Catania	37 30 N.		19, 6	12, 6	17, 5	26, 9	21, 4
Mahubja	36 49		20, 0	15, 1	18, 2	25, 3	21, 6
St. Georges (Bermudas)	32 20		20, 0	15, 1	17, 6	25, 3	22, 2
Tunis	36 48		20, 3	13, 2	18, 3	28, 3	21, 9
Alexandria . . .	31 13	42	20, 7	13, 6	19, 1	25, 7	23, 2
Neu-Orleans . . .	29 58		21, 1	13, 1	21, 7	28, 2	21, 4
Canton.	23 8		21, 6	13, 7	21, 8	28, 2	22, 5
Las Palmas (canarische Insel) . . .	28 0		21, 8	18, 0	19, 4	23, 8	26, 2
Caracas	10 31	2730	22, 0	20, 9	21, 8	23, 4	22, 2
Cairo	30 2		22, 4	14, 7	21, 9	29, 2	23, 6
Macao	22 11		22, 5	16, 4	21, 1	28, 3	24, 1
Kandy	7 18	1598	22, 7	22, 3	23, 5	22, 8	22, 4
Bei Havanna . .	23 9	288	23, 0	18, 3	21, 7	28, 4	23, 9
Rio de Janeiro . .	22 55 S.		23, 1	20, 3	22, 5	26, 1	23, 6
Honolulu (Sandwig-Insel)	21 18 N.		24, 0	22, 0	23, 2	25, 7	24, 9

Oerter.	Geograph. Breite.	Höhe über dem Meere in Fuß.	Mittlere Jahreswärme.	Mittlere Temperatur des Winters,	Frühlings,	Sommers,	Herbstes.
Nasirabad	26°18′N.	1410	24°,5	15°,6	27°,6	30°,0	24°,7
St. Louis a. Senegal	16 1		24, 6	21, 1	21, 4	27, 6	28, 2
Auf Barbados . .	13 4		24, 7		32, 9	28, 7	26, 5
Buitenzorg auf Java	6 37 S.	834	24, 8	24, 4	24, 9	24, 7	25, 1
Port Louis auf Isle de France . . .	20 10		24, 9	21, 6	23, 8	28, 1	26, 0
Veracruz	19 12		25, 0	21, 5	25, 0	27, 5	26, 0
Seringapatnam . .	12 45	2262	25, 1	22, 9	28, 5	24, 5	24, 4
Benares	25 19	300	25, 4	16, 3	30, 0	29, 6	24, 1
Matanzas auf Cuba	23 2	108	25, 4	22, 3	25, 7	27, 6	26, 1
Ava.	21 50	300?	25, 7	20, 4	27, 7	28, 7	26, 2
Jamaika	17 50 N.		26, 1	24, 6	25, 7	27, 4	26, 6
St. Barthélemy. .	17 53		26, 2	25, 1	26, 3	27, 2	26, 5
Batavia	6 9		26, 2	25, 8	25, 5	26, 6	26, 8
Manila	14 36		26, 4	25, 4	27, 1	26, 8	26, 4
Cap Palmos . . .	5		26, 4	26, 1	27, 4	25, 3	26, 7
Kobbe in Afrika. .	14 11	1500?	26, 5	29, 9	28, 7	30, 0	27, 4
Paramaribo . . .	5 45		26, 5	25, 9	25, 3	26, 9	28, 2
Calcutta	22 35		26, 8	21, 6	29, 7	29, 1	27, 0
Aden	12 46		26, 8	23, 6	27, 1	28, 6	27, 9
Singapore . . .	1 17		27, 0	26, 2	27, 2	27, 4	26, 9
Bombay	18 56		27, 2	24, 7	28, 4	28, 2	27, 4
Anjarakandy . . .	11 40		27, 2	26, 9	29, 0	26, 1	26, 7
Christiansborg i. Afrik.	5 24		27, 2	27, 4	29, 0	25, 5	27, 0
S. Louis de Maranhao	2 31 S.		27, 2	27, 0	27, 0	26, 9	26, 4
Cumana	10 28		27, 4	27, 0	28, 6	28, 1	
Trinconomale . .	8 34		27, 4	25, 7	28, 4	28, 9	27, 2
Nappur	21° 9	840	27, 5	22, 7	32, 9	28, 2	26, 4
Madras	13 5		27, 9	25, 1	29, 4	30, 0	27, 3
Kouka in Afrika . .	13 10	1080?	28, 2	23, 8	32, 6	29, 0	27, 2
Maracaibo in Süd-Amerika	11 19		29, 0	27, 8	29, 5	30, 4	29, 5
Massaua in Abyssinien	15 36		31, 0	26, 7	29, 5		32, 0

30 I

C. W